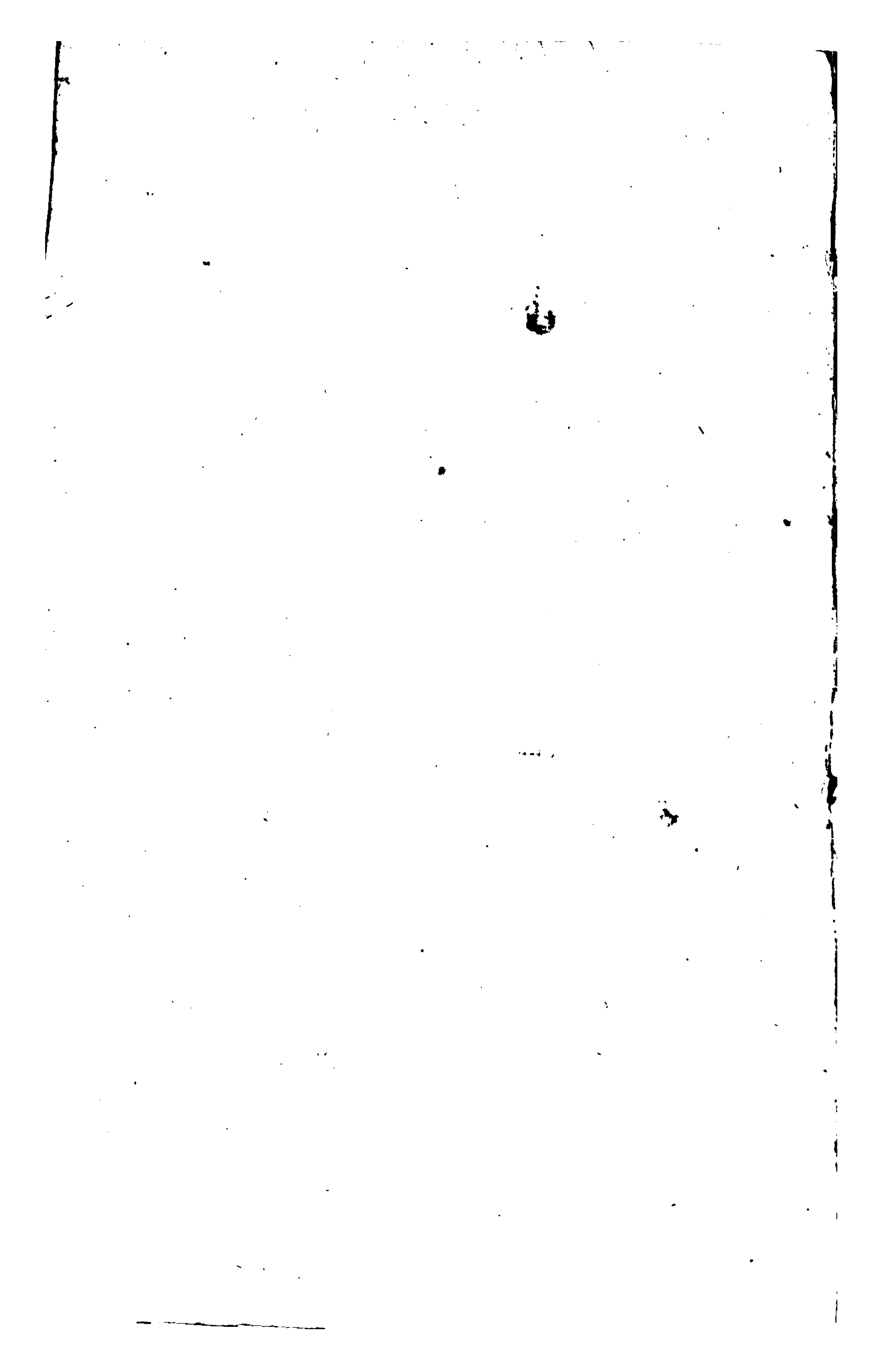




EXPOSITION

RAISONNÉE

DE LA THÉORIE

DE

L'ÉLECTRICITÉ

ET DU MAGNÉTISME,

D'après les principes de M. ÆPINUS, des Académies de Pétersbourg, de Turin, &c.

PAR M. L'ABBÉ HAÜY, Irené Just
De l'Académie Royale des Sciences, Professeur Émérite de l'Université.



A PARIS,
Chez la Veuve DESAINT, Libraire, rue du Foin-Saint-Jacques.

M. DCC. LXXXVII.

Avec Approbation, & Privilége du Roi.

DISCOURS

PRÉLIMINAIRE.

TOUTES nos connoiſſances phyſiques ſont fondées ſur l'obſervation ; mais elles ne forment proprement une ſcience, que quand la Théorie, mêlant ſa lumiere à celle que répand le flambeau de l'expérience, nous fait appercevoir le lien commun par lequel les faits obſervés ſe tiennent les uns aux autres. Juſque-là ce ne ſont encore que des faits iſolés ; & s'il eſt intéreſſant de les recueillir, de les bien conſtater, & même de les multiplier, c'eſt ſur-tout parce qu'ils préparent des données aux Génies qui viendront enſuite rapprocher tous ces anneaux épars, & en former une chaîne continue.

L'Electricité nous fournit un exemple frappant de cette marche graduée de

l'eſprit humain. On ne connoiſſoit d'abord que la vertu qu'ont certains corps, dans leſquels le fluide électrique manifeſte ſon action, de s'attirer ou de ſe repouſſer mutuellement. On s'eſt apperçu enſuite qu'il falloit employer différens moyens, pour faire naître dans des corps de diverſes natures, la vertu électrique; que dans les uns elle étoit excitée par le frottement; que les autres la manifeſtoient lorſqu'on les mettoit en communication avec des corps déja électriſés. On a vu des corps électriques lancer par leurs angles des aigrettes ſpontanées, ou produire, à l'approche d'un autre corps, de vives étincelles, par leurs parties arondies. Enfin, la découverte de l'expérience de Leyde a offert un nouveau phénomene, également propre à piquer la curioſité même du vulgaire, & à exercer la ſagacité des Savans.

Les phénomenes du Magnétiſme, quoique moins variés, ont ſuivi les mêmes progrès. Les anciens avoient remarqué la

propriété qu'a l'aimant d'attirer le fer : mais l'obſervation de cette autre propriété plus ſinguliere, en vertu de laquelle une aiguille aimantée tourne une de ſes extrêmités vers le nord, & l'autre vers le ſud, eſt certainement une découverte moderne, quoiqu'on n'en connoiſſe ni l'Auteur, ni l'époque préciſe. L'application que l'on a faite de cette découverte à la navigation, les occaſions continuelles qu'ont eues les Marins de conſulter ce guide, dont le langage toujours viſible, devenoit pour eux une eſpece de ſupplément au langage du ciel, qu'ils ne peuvent pas ſans ceſſe interroger, ont donné lieu de remarquer & de ſuivre avec attention les variations de l'aiguille transportée ſur différens points du globe. D'une autre part, les recherches des Savans, pour communiquer aux aiguilles de bouſſole la plus grande vertu poſſible, ont enrichi la phyſique de l'aimant de pluſieurs faits d'autant plus dignes d'attention, que quelques-uns ſemblent

conduire à des paradoxes, & s'écarter de l'analogie des faits ordinaires de la Nature. On a vu avec surprise, un aimant communiquer les propriétés magnétiques à un barreau de fer voisin, sans rien perdre de sa force ; un barreau qui avoit déja acquis une certaine vertu par les frictions d'un premier aimant, perdre une partie de cette vertu par celles d'un second aimant, quoique faites dans le même sens ; l'addition d'une armure augmenter considérablement la vertu d'un aimant de force médiocre, tandis qu'elle ajoutoit peu à celle d'un aimant beaucoup plus vigoureux, &c.

Tous ces différens faits, ainsi que les faits électriques, considérés chacun dans leur ordre, ont certainement pour cause le même agent. Mais on n'apperçoit point d'abord les rapports qui les lient entr'eux, ni leur dépendance à l'égard du fluide qui les produit. C'est à la Théorie à assigner les loix générales, suivant lesquelles agit ce fluide, & l'influence de ces

loix ſur chacun des phénomenes en particulier. Dès-lors ces réſultats ſi divers, & quelquefois même contraires en apparence les uns aux autres, ne ſont plus pour l'œil éclairé par la Théorie, que les différens points de vue d'un fait unique.

De toutes les Théories que l'on a imaginées pour expliquer les phénomenes électriques, celle du célebre Francklin a été le plus généralement adoptée. Cette Théorie porte en général ſur deux faits, l'un, que les molécules électriques ont la propriété de ſe repouſſer mutuellement, même à une certaine diſtance; l'autre, qu'elles ſont attirables par tous les corps connus. Ces deux faits admis, tous les autres en découlent, comme autant de corollaires qui ſe déduiſent d'un même principe.

Mais il faut bien remarquer, que par les termes de *forces répulſives* ou *attractives*, on ne prétend pas déſigner des forces inhérentes aux molécules de la

matiere. Car, comme l'obſerve très-bien M. Æpinus (*a*), un corps ne peut agir où il n'eſt pas. Tout ce que l'on entend, c'eſt que deux molécules électriques ne peuvent ſe trouver en préſence, ſans s'écarter l'une de l'autre, quelle que ſoit la cauſe qui produiſe ce mouvement retrograde. De même, une molécule électrique libre ne peut ſe trouver vis-à-vis d'un corps, ſans s'approcher de ce corps, quel que ſoit l'agent qui l'y ſollicite.

Que fait donc la Théorie? Elle prend un ou deux faits qu'elle ne cherche point à expliquer, mais qui, une fois donnés, mettent tous les faits connus en rapport les uns avec les autres, en ſorte qu'ils empruntent des deux premiers un jour, à l'aide duquel ils s'éclairent enſuite mutuellement. Un autre avantage des Théories, c'eſt qu'elles nous mettent à portée de déterminer d'avance, d'une maniere certaine, l'effet qui doit avoir lieu, dans

(*a*) *Tentamen Theoriæ electricitatis & magnetiſmi*, &c. pag. 7.

telle circonſtance, &, par une ſuite néceſſaire, de produire à volonté tel effet, en amenant les circonſtances dont il dépend, lorſqu'il s'agit d'un objet qui tient à la Phyſique expérimentale. Ainſi les Théories, non-ſeulement nous dévoilent en partie les reſſorts cachés que la Nature fait jouer dans les opérations qui ſe paſſent actuellement ſous nos yeux; mais elles étendent nos vues juſques ſur les réſultats des opérations futures, & les ſoumettent même, en quelque ſorte, à notre pouvoir.

On voit, par ce qui précede, à quoi ſe réduit la véritable Phyſique, &, ſi j'oſe le dire, la ſeule raiſonnable. Nous ne connoiſſons pas les cauſes premieres, ni les loix les plus générales d'où dépendent les effets naturels. L'Être ſuprême qui a établi ces loix, & qui les maintient, voit ſeul la chaîne entiere dont elles forment les premiers anneaux. Parmi les différens effets ſubordonnés à ces loix, nous obſervons certaines directions que

ſuivent les corps en mouvement : nous comparons les vîteſſes de ces mouvemens, ainſi que les maſſes des corps. Nous employons le mot d'*attraction* pour déſigner les directions des mouvemens vers un point commun ; ſi les directions tendent vers deux points diamétralement oppoſés, nous diſons que *les corps ſe repouſſent.* Nous eſtimons, à l'aide des maſſes & des vîteſſes, les quantités d'attraction & de répulſion. Nous avons, par ce moyen, des points fixes auxquels nous ramenons tous les effets particuliers qui peuvent s'y rapporter, & que nous expliquons d'une maniere mécanique & vraie en ce ſens, que les conſéquences auxquelles nous arrivons, repréſentent les phénomenes tels qu'ils ſont. Tout ce qui eſt en-deçà de ces faits que nous regardons comme cauſes, ſe trouve ainſi éclairé pour nous. En vain eſſayerions-nous de lever le voile qui nous cache ce qui eſt au-delà : de pareilles recherches n'annonceroient qu'une imagination qui ne ſait

point s'arrêter ; mais le génie, sublime & sage à la fois, après être parvenu, par son essor, jusqu'au plus haut point où il lui soit donné de s'élever, sait y reconnoître la borne qu'il doit respecter.

Ces réflexions suffisent, ce me semble, pour faire tomber toutes les objections que l'on a opposées aux Théories. On a accusé, par exemple, Newton, d'avoir fait revivre les qualités occultes des anciens, en établissant l'existence de l'attraction. Supprimons le mot, & bornons-nous à dire que les corps célestes tendent à s'approcher les uns des autres avec des vîtesses en raison inverse des quarrés des distances, quelle que soit la cause de cette tendance. La découverte de ce grand homme ne perdra rien de son mérite, & sa Théorie aura toujours l'avantage inappréciable de représenter exactement, à l'aide des courbes & du calcul, toutes les variations que l'on observe dans les mouvemens célestes, & non-seulement de rendre raison de toutes

les perturbations qu'ils éprouvent, mais de les annoncer, d'en déterminer d'avance, & l'époque & la quantité. Rien de plus admirable que cet accord conſtant & général entre les réſultats de la Théorie & ceux de l'obſervation, accord qu'ont ſervi à vérifier de plus en plus les progrès que l'Aſtronomie phyſique a faits de nos jours, &, en particulier, les profondes recherches de MM. de la Grange & de la Place, qui partagent la gloire de Newton, en contribuant à la lui aſsûrer.

M. Francklin avoit eu celle de poſer les fondemens d'une Théorie de l'électricité, beaucoup plus ſatisfaiſante que tous les ſyſtêmes qui avoient paru juſqu'alors. Il s'étoit attaché, ſur-tout, à prouver l'exiſtence des deux électricités poſitive & négative. Il avoit fait voir, par des expériences qui paroiſſent déciſives, qu'en même-temps que l'une des deux ſurfaces de la bouteille de Leyde, acquéroit une certaine portion de fluide électrique au-deſſus de ſa quantité naturelle, la ſurface

opposée perdoit une partie de la sienne, & que la propriété de donner cette secousse violente que l'on ressent dans l'expérience de Leyde, étoit produite par le retour rapide de la quantité excédante du fluide communiqué à la surface électrisée en plus, vers la surface électrisée en moins. Mais cette Théorie étoit susceptible d'être traitée avec un nouveau degré de précision, & développée d'une maniere plus étendue qu'elle ne l'avoit été par ce Savant célebre. M. Æpinus, de l'Académie de Pétersbourg, a entrepris cette tâche, & l'a remplie avec tout le succès qu'on devoit attendre de sa sagacité & de son génie (*a*). En appliquant le calcul au principe de l'électricité positive & négative, en exprimant l'action des forces que les corps électriques exercent les uns sur les autres, en vertu de leur excès ou de leur défaut de fluide, par

(*a*) Tel est l'objet de l'Ouvrage que nous avons cité plus haut, & qui a été composé en 1759.

des formules ſimples qu'il manie enſuite avec beaucoup d'adreſſe, il eſt parvenu à des conſéquences parfaitement conformes aux réſultats que préſente l'obſervation. Il a ramené aux principes fondamentaux de la Théorie, divers phénomenes dont on n'avoit encore donné que des explications peu ſatisfaiſantes, tels que les attractions & répulſions que l'on obſerve ſi ſouvent entre les corps électriques, & ſur-tout la répulſion mutuelle de deux corps électriſés en moins. Enfin, par une analyſe plus approfondie des phénomenes déja expliqués, il a déterminé, d'une maniere plus préciſe, l'influence des cauſes qui ſe combinent entr'elles dans la production de ces phénomenes.

Il n'a pas été moins heureux dans l'explication des phénomenes qui dependent du magnétiſme, & cette partie de ſon travail lui fait d'autant plus d'honneur, qu'elle eſt abſolument neuve. Il a prouvé que le fluide magnétique, quoique différent, par ſa nature, du fluide électri-

que, agiſſoit de la même maniere à l'égard des corps ſuſceptibles de magnétiſme; & envisageant ſon ſujet dans ſa plus grande généralité, il a déduit des principes de la Théorie, non-ſeulement l'explication de tous les phénomenes que préſentent les actions réciproques de pluſieurs corps magnétiques, & la communication du magnétiſme d'un corps à l'autre, mais encore l'action qu'exerce le magnétiſme du globe terreſtre ſur les aiguilles de bouſſole, les variations qu'on obſerve dans ſa déclinaiſon & l'inclinaiſon de ces aiguilles à différentes latitudes, &c. Ceux d'entre ces phénomenes qui tiennent du paradoxe, & dont nous avons cité quelques-uns, ne ſont que des conſéquences néceſſaires de la Théorie, & certains faits qu'il paroiſſoit d'abord impoſſible d'y ramener, ſe trouvent expliqués avec la même facilité. Jamais une Théorie n'eſt mieux établie, que quand les difficultés qui ſembloient, au premier coup-d'œil, fournir des armes

pour la combattre & la détruire, se tournent en preuves, & en deviennent la plus solide défense.

Il faut convenir cependant, que parmi les principes sur lesquels est fondée la Théorie de M. Æpinus, il en est un qui s'écarte tellement en apparence des principes de la saine physique, que l'Auteur lui-même a long-temps balancé pour l'admettre, & ne s'y est déterminé qu'après un mûr examen. Ce principe consiste, en ce que les molécules propres des corps ont une force répulsive mutuelle, comme les molécules même du fluide électrique, ou du fluide magnétique. M. Æpinus fait voir que l'existence de cette force est une suite nécessaire de celle des deux forces dont nous avons parlé plus haut, & qui servent de bâse à la Théorie de M. Francklin. Au fonds, il n'y a pas plus d'inconvénient à admettre une force répulsive entre les molécules des corps, qu'entre celles des fluides, soit électrique, soit magnétique, puisque, comme

comme nous l'avons dit, le mot de *force* n'exprime ici qu'un fait dont on ne recherche point la cause. Tout ce qu'on pourroit objecter de plus spécieux contre de pareilles forces, c'est qu'elles ne se concilient point avec le principe de la gravitation universelle. Mais comme les forces répulsives, dont il s'agit, n'exercent leur action que dans le cas particulier des phénomenes électriques ou magnétiques, & que cette action, comme enchaînée par des forces contraires, demeure suspendue, lorsque les corps rentrent dans leur état naturel, ainsi qu'on le verra dans le cours de cet Ouvrage, la gravitation universelle n'en sera pas moins une force générale, qui éprouvera seulement des perturbations locales & passageres, occasionnées par les phénomenes de l'électricité & du magnétisme. Enfin, il est très-vraisemblable que quand la nature de ces phénomenes sera mieux connue, on découvrira qu'ils dépendent des actions simultanées de deux fluides tels, que les

molécules de chacun d'eux auroient la propriété de se repousser mutuellement (*a*), & en même-temps celle d'attirer les molécules de l'autre fluide, en sorte que l'un des deux feroit la fonction que M. Æpinus attribue aux molécules propres des corps (*b*). Quoi qu'il en soit, (& c'est ici le point essentiel), les forces assignées par M. Æpinus doivent être regardées au moins comme les équiva-

---

(*a*) La gravitation universelle n'empêche pas les Physiciens d'admettre la répulsion mutuelle des molécules d'un fluide élastique, au point de contact. Or, la répulsion à distance, quelle qu'en soit la cause, fait encore moins de difficulté, par rapport à l'attraction.

(*b*) Plusieurs Savans ont déja cru appercevoir, dans certains phénomenes de l'électricité, des circonstances qui annoncent l'existence de deux fluides. Voici comme s'exprime, entr'autres, le célebre M. de Saussure, (*Voyage dans les Alpes*, *Tom. II*, *pag. 243*). « Je » serois porté à regarder le fluide électrique, comme » le résultat de l'union de l'élément du feu avec » quelqu'autre principe qui ne nous est pas encore » connu. Ce seroit un fluide analogue à l'air inflam- » mable, mais incomparablement plus subtil ».

ſens des véritables forces employées par la Nature : quelque parti que l'on prenne, la marche de la Théorie ſera à peu-près la même, & offrira dans les conſéquences, les mêmes vérités & le même accord avec les réſultats donnés par l'obſervation.

M. Æpinus admet encore, avec pluſieurs Phyſiciens, l'exiſtence d'un noyau doué d'une grande force magnétique, & placé au centre du globe terreſtre. Cette aſſertion, au premier coup-d'œil, a quelque choſe de ſingulier, & l'on ſeroit tenté de la regarder comme un de ces expédiens auxquels on a quelquefois recours, par la difficulté d'expliquer certains phénomenes, plutôt que comme une conſéquence amenée naturellement par l'obſervation des faits. Mais lorſqu'on voit une aiguille aimantée, tranſportée ſucceſſivement ſur différens points du globe, y prendre des poſitions parfaitement analogues à celles qui auroient lieu, ſi on lui faiſoit faire différens circuits autour d'un aimant

ſphérique, ſoit naturel, ſoit artificiel; lorſqu'on voit de même le fer non-aimanté, tantôt devenir un véritable aimant, tantôt n'acquérir aucune vertu, ſuivant les directions qu'on lui donne par rapport aux poles du globe & à l'horizon du lieu, & cela préciſément dans les mêmes circonſtances où un aimant ſphérique donneroit des réſultats ſemblables; lorſqu'enfin on conſidere que le globe terreſtre, qui a une action ſi marquée ſur le fer, pour lui communiquer la vertu magnétique, différe cependant des aimans qui ſont à notre portée, en ce qu'il n'attire point ſenſiblement, comme ceux-ci, le fer aimanté, & que cette différence doit néceſſairement avoir lieu dans le cas où l'action du globe s'exerceroit à une très-grande diſtance, on eſt conduit, comme malgré ſoi, à conclure, avec M. Æpinus (a), que le Créateur, pour des raiſons puiſées dans ſa ſageſſe, a placé au centre

(a) Pages 268 & 269.

de notre globe un corps qui a toutes les propriétés des véritables aimans, & cette hypothese, qui avoit d'abord les apparences contr'elle, prend un air de vraisemblance, qui ne permet gueres de concevoir que la chose puisse être autrement. Eh! combien de vérités la Physique ne nous a-t-elle pas fait connoître, avec lesquelles les esprits ont eu besoin de se familiariser en quelque sorte, par une étude suivie des preuves sur lesquelles elles étoient fondées?

M. Æpinus est le premier qui ait appliqué le calcul à l'Electricité & au Magnétisme. Dans toutes les Théories qui avoient paru jusqu'alors sur ces deux branches de nos connoissances, l'explication des phénomenes est présentée à l'aide du seul raisonnement. Or, le calcul analytique n'est lui-même que la traduction d'un raisonnement dans une langue très-abrégée, & qui réunit à l'avantage de resserrer dans un espace étroit un grand ensemble de combinai-

ſons, celui de ſoulager l'eſprit, & de lui ménager des repos, en ne lui préſentant jamais à la fois qu'une ſeule formule à transformer en une autre. Cette méthode a, de plus, le mérite de porter dans les réſultats une rigueur & une préciſion qui exclud toute incertitude & tout ſoupçon de parallogiſme. Mais comme les Ouvrages de ce genre ne ſont à la portée que d'un petit nombre de Lecteurs, & que la connoiſſance des phénomenes de l'Electricité & du Magnétiſme eſt très-répandue, j'ai cru qu'un Ouvrage, où l'on expoſeroit la Théorie dont il s'agit, dépouillée de l'appareil du calcul, pourroit n'être pas indifférent aux amateurs de la Phyſique. Cette marche a d'ailleurs auſſi ſes avantages; elle donne l'eſprit des méthodes qu'emploie le calcul; elle développe les idées que les formules ne font qu'indiquer d'une maniere très-générale : elle fait concevoir la liaiſon du principe avec les conſéquences qui en découlent, & diſparoître cet air de paradoxe ſous lequel

ſe préſentent certains réſultats où l'on ne ſe trouve conduit qu'avec une ſorte de ſurpriſe par les démonſtrations algébriques.

Au reſte, le raiſonnement ne peut être ſubſtitué avec quelque ſuccès au calcul, que dans les queſtions d'un certain ordre, & qui ne tiennent point aux hautes Mathématiques, ni aux propriétés des courbes (*a*). C'eſt alors que les reſſources du calcul deviennent à la fois néceſſaires, & dignes de toute notre admiration, en ce qu'elles nous menent par un voie également courte & directe au même but, où l'on ne pourroit arriver, à l'aide du raiſonnement, que par un circuit immenſe, & qui peut-être même exigeroit des

(*a*) Il en faut dire autant des matieres qui exigent que l'on parvienne à des réſultats rigoureux, en ſorte que la Théorie ne puiſſe être bien démontrée, qu'autant qu'elle aſſigne, non-ſeulement le genre ou la qualité, mais la quantité préciſe des actions qui produiſent les phénomenes, & qu'elle donne, dans les applications, les limites exactes entre leſquelles ces actions ſont renfermées.

efforts au-dessus de la portée de l'esprit humain. Tout ce qu'on peut faire, dans ces sortes de cas, au défaut des ressources dont je viens de parler, c'est d'exposer, de la maniere la plus claire, qu'il est possible, d'abord l'état de la question, & ensuite le résultat; & c'est ainsi que j'ai été forcé d'en user dans un petit nombre de circonstances, où le calcul semble parcourir des routes inaccessibles à la raison abandonnée à ses propres forces (*a*).

Mais, quoiqu'en général la Théorie de M. Æpinus me paroisse avoir un degré de simplicité, qui la rend susceptible d'être présentée, sans employer le calcul, on concevra que j'ai dû avoir plus d'un obstacle à vaincre, pour retrouver l'esprit des démonstrations caché, en quelque

(*a*) J'ai substitué, dans ces sortes de cas; aux méthodes du calcul analytique, lorsque cela m'a été possible, des démonstrations fondées sur les principes de la Géométrie élémentaire, que j'ai rejettées dans des notes, en faveur de ceux qui possedent les principes de cette Géométrie.

ſorte, ſous l'enveloppe des formules analytiques, & préſenter, à l'aide du langage ordinaire, une marche ſans ceſſe compliquée de quatre forces différentes qui concourent à la production des phénomenes électriques & magnétiques. Auſſi, quelqu'effort que j'aie fait, pour être en même-temps clair & précis, je ne diſſimulerai pas que la lecture de cet Ouvrage demande une attention ſérieuſe & ſoutenue, & cette habitude de combiner ſes idées, que l'on pourroit appeler *le calcul de la raiſon*. Cette lecture exige auſſi que l'on ait une notion des rapports & des proportions; notion qui, au reſte, ſe trouve dans tous les Traités d'arithmétique, & qu'il eſt facile de ſe procurer en très-peu de temps.

Je ne me ſuis point aſtreint à ſuivre l'ordre que s'eſt preſcrit M. Æpinus dans ſon Ouvrage, & j'ai diſpoſé les différens articles de ſa Théorie, de la maniere qui m'a paru la plus convenable, relativement au but que je me propoſois. J'ai ajouté

plusieurs nouvelles applications de la Théorie à des faits dont la découverte est postérieure à l'Ouvrage de M. Æpinus, ou dont il n'avoit parlé qu'en passant, tels que le pouvoir des pointes, les étincelles & aigrettes électriques, &c. J'ai aussi donné la solution de certains cas que M. Æpinus avoit laissés indéterminés, faute de connoître la loi, suivant laquelle agissent les fluides électrique & magnétique, à raison des distances. J'ai été conduit à ces nouvelles solutions par la découverte qu'a faite M. Coulomb de la loi dont il s'agit, & qu'il a bien voulu me permettre d'exposer, d'après les Mémoires très-intéressans qu'il a lus sur cet objet à l'Académie, pendant le cours des années 1785 & 1787. Enfin, on trouvera dans cet Ouvrage des détails sur différentes découvertes, ou observations récentes, faites par MM. Lavoisier, de la Place, de Cassini, &c. Ainsi mon travail, si j'ai eu le bonheur de le rendre digne de l'attention du Public, réunira à l'avantage

de lui présenter dans un langage intelligible pour tous les ordres de Lecteurs, une des plus savantes Théories qui ait encore paru, celui de renfermer une espece de Supplément à cette Théorie, telle qu'elle a été donnée par l'Auteur. Quant aux Physiciens Géometres, j'aurai rempli mon vœu à leur égard, si je puis leur inspirer le desir de chercher l'explication des phénomenes de l'Electricité & du Magnétisme, dans la lecture même d'un Ouvrage trop-peu connu, & digne d'être placé parmi le petit nombre de ceux qui doivent faire époque dans l'Histoire des Sciences.



Extrait des Regiſtres de l'Académie Royale des Sciences, du 21 Juillet 1787.

NOUS avons été nommés par l'Académie, pour lui rendre compte d'un Ouvrage de M. l'Abbé HAÜY, intitulé, *Expoſition raiſonnée de la Théorie de l'Électricité & du Magnétiſme, ſuivant les principes de M. Æpinus.*

La Théorie de M. Francklin avoit déja répandu un grand jour ſur les phénomenes de l'Electricité, lorſque M. Æpinus ſe propoſa d'ajouter de nouveaux degrés de perfection à cette Théorie, & de l'étendre aux phénomenes moins variés, mais non moins intéreſſans du Magnétiſme. L'Ouvrage où ſont conſignées les différentes recherches de l'Académicien de Pétersbourg, parut en 1760, ſous le titre de *Tentamen Theoriæ Electricitatis & Magnetiſmi.* Il eſt fondé ſur un trop petit nombre de principes, pour que nous n'en faſſions pas mention.

Ceux de l'Electricité ſe réduiſent à deux : 1°. Les molécules du fluide électrique ſe repouſſent mutuellement, & ſont attirables par tous les corps connus. 2°. Il y a des corps qui livrent un paſſage facile à la matiere électrique, & d'autres où ce fluide ne ſe meut qu'avec une grande difficulté, ſans néanmoins que l'imperméabilité ſoit abſolue.

La Théorie du Magnétiſme ſuppoſe, 1°. que les molécules du fluide magnétique ſe repouſſent mutuellement, & ſont attirables par le fer ſeulement dans l'état métallique. 2°. Que les corps ſuſceptibles de magnétiſme ne laiſſent mouvoir le fluide dans leur intérieur, qu'avec une extrême difficulté, & ne lui permettent point de paſſer en quantité ſenſible dans les corps voiſins; & pour expliquer le Magnétiſme ſpontané de certains corps, ainſi que la direction conſtante de l'aiguille aimantée, il faut admettre, comme troiſieme principe, que l'attraction du globe eſt équivalente à celle d'un noyau doué d'une grande force magnétique, & placé à ſon centre.

Ces principes, maniés avec adreſſe, ſuffiſent pour ex-

pliquer les phénomenes les plus singuliers de l'Electricité & du Magnétisme, en saisir les moindres circonstances, & prévoir avec exactitude ce qui résultera d'une expérience projettée. Cependant M. Æpinus ne s'est pas borné à rendre compte des faits connus, & à porter la précision du calcul dans des objets qui en paroissoient peu susceptibles; il a encore enrichi la science de plusieurs découvertes importantes.

Dans la Théorie de l'Electricité, il a observé qu'un corps électrisé n'a aucune action sur un corps non-électrisé; il est l'inventeur de l'électrophore, ou d'une expérience qui en tient lieu : enfin, il a remarqué le premier, que dans l'expérience de Leyde, le verre pouvoit être remplacé par une lame d'air, & que la commotion n'est plus foible, qu'à raison de la plus grande épaisseur qu'on est obligé de laisser à la couche d'air.

La Théorie du Magnétisme, sortie toute entiere des mains de M. Æpinus, lui fait encore plus d'honneur. Il a démontré le premier que l'action directive du globe sur les aiguilles aimantées, pouvoit être sensible, sans que la force attractive le fût. Il a perfectionné considérablement la méthode d'aimanter de MM. Micheli & Canton; enfin, il a donné de nouveaux moyens d'exciter la vertu magnétique au plus haut degré, sans le secours d'aucun aimant, ni naturel, ni artificiel.

L'Ouvrage de M. Æpinus, est sans doute un de ceux qui doivent faire époque dans l'Histoire des Sciences, & quand le systême sur lequel il est fondé se démentiroit en quelques points, cet Ouvrage contient encore assez de choses indépendantes de la Théorie, pour mériter l'attention des Physiciens. Un seul principe paroît difficile à admettre dans la Théorie de M. Æpinus; quoiqu'il soit une suite immédiate de ceux que nous avons rapportés, c'est la répulsion des molécules des corps. Cependant, si l'on fait attention qu'il ne s'agit point ici de répulsions ni d'attractions absolues, mais d'effets qui peuvent tenir à une cause quelconque, par exemple, à l'existence de deux fluides, comme le pensent plusieurs Physiciens, on aura moins de peine à admettre une hypothese, qui est appuyée par un très-grand nombre de faits, & qui d'ailleurs n'est point contraire à la saine Physique.

Nous ne devons pas omettre, que l'Ouvrage de M. Æpinus a le mérite de l'exactitude que le calcul y a introduite; exactitude qui ne peut avoir lieu que dans une science déja perfectionnée. Mais ce mérite, aux yeux des Physiciens Géometres, devient un obstacle pour ceux qui ont trop peu de connoissances Mathématiques. En conséquence, M. l'Abbé Haüy a jugé qu'il rendroit un service important à la Physique, en réduisant au simple raisonnement les calculs de M. Æpinus, & en mettant ainsi à la portée de tout le monde un Ouvrage peu connu, & digne de l'être.

Cet Ouvrage, quoique très-clair, étoit peut-être un peu diffus & peu méthodique, comme tous les Ouvrages de Génie. M. l'Abbé Haüy y a rétabli l'ordre & la précision; & dans un Volume beaucoup moindre, il a ajouté l'exposition & la Théorie de plusieurs phénomenes intéressans, tels que le pouvoir des pointes, les étincelles & aigrettes électriques, l'électricité manifestée dans le réfroidissement & l'évaporation des corps, suivant les observations de MM. Lavoisier, de la Place & de Saussure, &c.

Nous ne passerons pas sous silence la découverte de la loi que suit l'action des fluides électrique & magnétique, à raison des distances. M. Æpinus avoit soupçonné que cette action suivoit la raison inverse du quarré des distances; il étoit porté à le croire, par analogie seulement, & sans avoir aucune expérience pour l'établir. Aussi employe-t-il quelquefois dans ses calculs la raison inverse de la simple distance, & l'ignorance de la vraie loi l'avoit empêché de porter certains résultats au degré de justesse convenable. Il étoit réservé à M. Coulomb de découvrir cette loi par un moyen entiérement à lui, & qui peut servir à mesurer de très-petites forces avec une grande exactitude; découverte d'autant plus difficile que Newton & d'autres Physiciens avoient cru voir dans les actions électriques & magnétiques, la raison inverse du cube, ou même d'une plus haute puissance de la distance. M. l'Abbé Haüy a soin d'exposer la vraie loi, d'après M. Coulomb, & de rectifier, à l'aide de ce moyen, plusieurs calculs de M. Æpinus.

Nous concluons que l'Ouvrage de M. l'Abbé Haüy est très-propre à répandre les notions les plus saines sur

deux branches importantes de la Physique, & qu'en conséquence il mérite l'Approbation de l'Académie, & d'être imprimé sous son Privilége.

Au Louvre, ce 21 Juillet 1787.

Signé, DE LA PLACE, COUSIN, LE GENDRE.

Je certifie le présent Extrait conforme aux Registres de l'Académie. A Paris, ce 21 Juillet 1787.

Signé, LE MARQUIS DE CONDORSET, *Secrétaire perpétuel.*

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre: A nos amés & féaux Conseillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conseil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Justiciers qu'il appartiendra: SALUT. Nos bien amés LES MEMBRES DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES de notre bonne Ville de Paris, nous ont fait exposer qu'ils auroient besoin de nos Lettres de Privilege pour l'impression de leurs Ouvrages: A CES CAUSES, voulant favorablement traiter les Exposans, Nous leur avons permis & permettons par ces Présentes, de faire imprimer par tel Imprimeur qu'ils voudront choisir, toutes les Recherches ou Observations journalieres, ou Relations annuelles de tout ce qui aura été fait dans les Assemblées de ladite Académie Royale des Sciences, les Ouvrages, Mémoires ou Traités de chacun des Particuliers qui la composent, & généralement tout ce que ladite Académie voudra faire paroître, après avoir fait examiner lesdits Ouvrages, & jugé qu'ils seront dignes de l'impression, en tels volumes, forme, marge, caracteres, conjointement ou séparément, & autant de fois que bon leur semblera, & de les faire vendre & débiter par tout notre Royaume, pendant le temps de vingt années consécutives, à compter du jour de la date des Présentes; sans toutefois qu'à l'occasion des Ouvrages ci-dessus spécifiés, il en puisse être imprimé d'autres qui ne soient pas de ladite Académie. Faisons défenses à toutes sortes de personnes, de quelque qualité & condition qu'elles soient, d'en introduire d'impression étrangere dans aucun lieu de notre obéissaance; comme aussi à tous Libraires & Imprimeurs d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire lesdits Ouvrages, en tout ou en partie, & d'en faire aucunes traductions ou extraits, sous quelque prétexte que ce puisse être, sans la permission expresse & par écrit desdits Exposans, ou de ceux qui auront droits d'eux; à peine de confiscation des Exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des Contrevenans; dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers auxdits Exposans, ou à

celui qui aura droit d'eux, & de tous dépens, dommages & intérêts; à la charge que ces Présentes seront entegistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impression desdits Ouvrages sera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en bon papier & beaux caracteres, conformément aux Réglemens de la Librairie; qu'avant de l'exposer en vente, les manuscrits ou imprimés qui auront servi de copie à l'impression desdits Ouvrages, seront remis ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde des Sceaux de France, le Sieur HUE DE MIROMESNIL; qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Chateau du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le Sieur de MAUPEOU, & un dans celle dudit Sieur HUE DE MIROMESNIL; le tout à peine de nullité des Présentes, du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Exposant & leurs ayans cause, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des Présentes, qui sera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin desdits Ouvrages, soit tenue pour dument signifiée; & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conseillers & Secrétaires, foi soit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent sur ce requis, de faire, pour l'exécution d'icelles, tous Actes requis & nécessaires, sans demander autre permission, & nonobstant clameur de Haro, Charte Normande & Lettres à ce contraires. CAR tel est notre plaisir. Donné à Paris le premier jour de Juillet, l'an de grace mil sept cent soixante-dix-huit, & de notre Regne le cinquieme. Par le Roi en son Conseil.

Signé, LEBEGUE.

Registré sur le Registre XX de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris N°. 1477. fol. 582 conformément au Réglement de 1723, qui fait défenses, article 4, à toutes personnes, de quelque qualité & condition qu'elles soient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter & faire afficher aucun Livre pour les vendre en leur nom, soit qu'ils s'en disent les Auteurs ou autrement, & à la charge de fournir à la susdite Chambre huit exemplaires, prescrits par l'article CVII, du même Réglement. A Paris, ce 16 Août 1778.

Signé, KNAPEN, *Syndic.*

THÉORIE



THÉORIE DE L'ÉLECTRICITÉ.

I. Des principes généraux de cette Théorie.

1. TOUTE la Théorie de l'Electricité, telle que M. Æpinus l'a développée dans son Ouvrage, est fondée sur les deux principes suivans, qui servent également de base à celle de M. Francklin.

Les molécules de la matiere électrique se repoussent les unes les autres, même à des distances assez considérables.

Ces mêmes molécules sont attirables par tous les corps connus.

2. Le fluide électrique, par une suite de l'extrême subtilité de ses parties, est capable de

pénétrer toutes sortes de corps ; mais il y a de grandes différences entre les corps, relativement à la maniere dont se fait ce trajet à travers leurs pores. Tous ceux qui ne sont point électriques par eux-mêmes, & qu'on appelle, pour abréger, *corps an-électriques*, livrent un libre passage à la matiere électrique, qui se meut dans leurs pores avec beaucoup de facilité. Quant aux substances *idio-électriques*, ou qui s'électrisent par le frottement, M. Francklin pensoit que le verre, qui est du nombre de ces substances, étoit impermeable à la matiere électrique (*a*). M. Æpinus n'est pas tout-à-fait du même sentiment. Il croit plutôt que la matiere électrique se meut dans le verre, & en pénétre les pores, mais avec beaucoup de difficulté & de lenteur ; & il étend cette propriété à tous les autres corps *idio-électriques*, tels que le soufre, les résines, l'air sec, &c.

Au reste, lorsque M. Æpinus parle d'attractions & de répulsions, il ne prétend pas que les corps aient la propriété d'agir les uns sur les autres *à distance*. Il regarde, au contraire, comme un axiôme indubitable cette proposition, qu'*un corps ne peut agir où il n'est pas*. Les mots *d'attraction* & de *répulsion*, désignent

(*a*) Observations sur l'électricité, pag. 183 & 184.

ſeulement des faits que l'Auteur adopte pour principes, & dont il déduit l'explication des phénomenes, ſans rechercher la cauſe immédiate de ces faits. (Voy. le Diſc. préliminaire.)

3. Chaque corps a une certaine quantité d'électricité qui lui eſt propre, & que l'on peut appeler *ſa quantité naturelle d'électricité*. Cette quantité eſt proportionnelle à la maſſe. Tant qu'elle reſte la même, le corps ne donne aucun ſigne extérieur d'électricité, d'où il ſuit qu'il y a équilibre entre la force attractive qu'un corps exerce ſur ſa quantité naturelle de fluide électrique, & la force avec laquelle les molécules qui compoſent cette quantité, ſe repouſſent mutuellement. Mais ſi l'on vient à augmenter ou à diminuer cette même quantité, par quelque moyen que ce ſoit; alors l'équilibre étant rompu, le corps dont il s'agit, deviendra ſuſceptible de produire au-dehors divers phénomenes électriques.

4. On dit d'un corps, qu'il eſt *électriſé poſitivement*, ou *négativement*, lorſqu'il a plus ou moins que ſa quantité naturelle d'électricité. On ſe ſert auſſi, dans les mêmes cas, des termes d'*électriſé en plus*, ou *électriſé en moins*. Le verre acquiert, par le frottement, une électricité poſitive ſur la ſurface frottée. Celle que l'on communique, par le même moyen, au ſoufre, à

la Cire d'Espagne & aux matieres résineuses, est négative. Nous verrons dans la suite, par quels indices on peut juger si l'électricité d'un corps est positive ou négative.

II. Des loix auxquelles est assujettie la matiere électrique, en conséquence des principes qui viennent d'être exposés.

5. Les différens phénomenes qui dépendent de l'action du fluide électrique, peuvent se réduire en général à deux classes. La premiere comprend ceux où le fluide passe d'un corps dans un autre, qui en a une moindre quantité. Les phénomenes de la seconde classe, sont ceux où les corps eux-mêmes ont des mouvemens progressifs, par lesquels ils s'approchent ou s'écartent les uns des autres. M. Æpinus expose d'abord les loix que suit la matiere électrique, dans les cas qui appartiennent à la premiere classe, comme étant les plus simples.

6. Supposons un corps qui ait reçu une certaine quantité de fluide électrique au-dessus de sa quantité naturelle, ou qui soit électrisé positivement (4). Il s'agit de déterminer l'action du fluide sur une molécule électrique, située auprès de la surface du corps. Tant que ce corps étoit dans son état naturel, la force attractive de sa

matiere propre, à l'égard de la molécule dont il s'agit, étant égale à la force répulsive que son fluide exerçoit sur cette même molécule, (3), ces deux forces se faisoient équilibre, & la molécule restoit immobile auprès de la surface du corps, sans être attirée ni repoussée. Mais à cause de l'accroissement qu'a reçu le fluide renfermé dans le corps, la force répulsive de ce fluide se trouve elle-même augmentée ; & alors son action l'emportant sur celle de la force attractive, la molécule est repoussée en raison du surcroît de fluide ajouté à la quantité naturelle.

Les autres molécules situées auprès de la surface du corps, étant dans le même cas que celle dont il s'agit, la couche entiere formée par ces molécules sera repoussée, & forcée de s'éloigner du corps, à moins que quelqu'obstacle ne s'y oppose. Si l'on conçoit tout le fluide renfermé dans le corps, comme divisé en une multitude de couches concentriques, il sera facile de voir que celles de ces couches, qui seront situées vers la surface du corps, s'écarteront successivement du centre ; en sorte qu'il se fera un *effluvium* continuel de matiere électrique, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli, ou que le corps n'ait plus que sa quantité naturelle de fluide.

7. Concevons maintenant un autre corps, qui

ait perdu une partie de ſa quantité naturelle d'électricité, ou qui ſoit électriſé négativement. Alors la force répulſive du fluide ſur une molécule ſituée près de la ſurface du corps, étant inférieure à la force attractive de la matiere propre de ce corps, par rapport à la même molécule, l'attraction exercera ſur celle-ci une partie de ſon action, d'où l'on conclura, par un raiſonnement ſemblable à celui que nous avons fait pour le cas d'une électricité poſitive (6), qu'il y aura une affluence continuelle de matiere électrique dans le corps, juſqu'à ce qu'il ait recouvré ſa quantité naturelle d'électricité.

8. Il peut y avoir deux cauſes qui s'oppoſent aux effets que nous venons de décrire, l'une interne, & l'autre extérieure. La premiere aura lieu, ſi le corps eſt du nombre de ceux qu'on appelle *Idio-électriques* (2). Car le fluide ne pouvant ſe mouvoir qu'avec beaucoup de difficulté à travers ces ſortes de corps, ſon effluence dans le premier cas, & ſon affluence dans le ſecond, en feront ſenſiblement retardées. L'autre cauſe eſt celle qui provient de la nature des corps environnans, dans le cas où ceux-ci ſont pareillement idio-électriques, tels qu'un air bien ſec. La réſiſtance que ces corps oppoſent au mouvement de la matiere électrique, produira dans les effluences & affluences dont nous avons parlé,

un retard semblable à celui que peut occasionner la nature même du corps électrisé. On voit par-là pourquoi, toutes choses égales d'ailleurs, l'électricité d'un corps se maintient plus long-temps, lorsque ce corps, ou ceux qui l'environnent, sont du nombre des corps électriques par eux-mêmes.

9. Les conducteurs des machines électriques nous fournissent une application simple de ces principes, par rapport aux corps an-électriques. Dans la machine ordinaire à plateau, les coussins qui frottent ce plateau, lui transmettent sans cesse une portion du fluide électrique qu'ils renferment en eux-mêmes, & dont les pertes se réparent aux dépends de celui des corps voisins, avec lesquels ces coussins sont en communication. Le fluide est ensuite enlevé au plateau par les pointes situées aux deux extrêmités des branches du conducteur, qui par-là se trouve électrisé positivement. Le support de verre, qui soutient le conducteur, & qui est du nombre des corps idio-électriques, empêche, par l'obstacle qu'il oppose à la propagation de la matiere électrique (2), que le fluide ne s'échappe de ce côté; & si l'air environnant est très-sec, le conducteur conservera pendant un instant le fluide qui s'y trouve répandu par excès, au moment où l'on cesse de faire tourner le plateau entre les coussins. Alors, si

l'on présente une pointe déliée de métal, à une petite distance de ce conducteur, on verra paroître une petite étoile lumineuse, & fort courte, qui indique, comme nous le verrons, une électricité positive. Cette étoile est produite par l'*effluvium* de la matiere électrique du conducteur, dont les molécules sont sollicitées par leur force répulsive mutuelle, & par l'attraction de la pointe, à se porter vers celle-ci, & à y pénétrer, ainsi que nous l'expliquerons dans la suite.

On fait aussi des machines dont les frottoirs sont isolés, de maniere que, communiquant au plateau leur propre fluide, & ne pouvant en tirer de nouveau des corps voisins, ils tendent continuellement à acquérir l'électricité négative. Alors il se fait vers les coussins un effluve continuel de la matiere électrique renfermée dans le conducteur qui, à son tour, s'électrise négativement. Dans ce cas, si l'on présente à ce conducteur une pointe métallique, on verra sortir de celle-ci un jet lumineux, ou une aigrete allongée, produite par le fluide qui va de la pointe au conducteur, pour lui restituer celui qu'il a perdu. On peut voir, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1786, la description d'une très-belle machine de ce genre, imaginée par M. le Roi, de la même Académie.

10. Jusqu'ici nous avons supposé le fluide uniformément répandu dans le corps électrisé : mais il arrive souvent qu'il y a surabondance de fluide dans une partie de ce corps, tandis qu'il y a défaut du même fluide dans une autre partie. Pour simplifier d'abord ce nouveau cas, imaginons un corps BC (*fig.* 1.) divisé en deux parties égales, AB, AC, & telles que le fluide de AC excede la quantité naturelle, & que celui de AB soit moindre que la même quantité, le rapport de la quantité acquise d'une part à la quantité perdue de l'autre, étant variable à volonté ; cherchons l'action de ce corps sur deux molécules E, D, placées vers ses deux extrêmités. D'après ce qui a été dit (6 & 7), la partie AC exercera une force répulsive sur les deux molécules, en même-temps que la partie AB agira pour les attirer. Mais à cause de l'inégalité des distances où les deux molécules se trouvent par rapport à l'une quelconque des parties AB, AC, il est clair que la molécule E sera plus repoussée par la partie AC, que la molécule D, & que celle-ci, au contraire, sera plus attirée par la partie AB, que la molécule E. Cela posé, il peut arriver différens cas.

11. Pour mieux concevoir les effets relatifs à chacun de ces cas, observons d'abord que la répulsion de la partie AC, sur la molécule E,

par exemple, doit croître à mesure que la quantité de fluide additive, acquise par AC, sera elle-même plus grande. D'une autre part, l'attraction de la partie AB, sur la même molécule, croîtra aussi, à mesure que la quantité soustractive de fluide perdue par AB, sera plus considérable. Or, comme les quantités de fluide des deux parties sont censées variables, on conçoit qu'il peut arriver, par exemple, que la quantité perdue par AB soit telle, que l'excès d'attraction qui en résultera par rapport à la molécule E, compense exactement la diminution qu'éprouve, à raison d'une plus grande distance, cette même attraction, comparée à la répulsion de AC sur la même molécule. Dans ce cas, la molécule E restera immobile.

12. Si au contraire, la quantité de fluide, perdue par AB, n'est pas suffisante pour compenser l'effet de la distance, la répulsion de AC prévaudra sur l'attraction de AB, & la molécule E s'écartera du corps A. Si enfin la quantité soustractive du fluide de AB compense au-delà l'effet de la distance, il est aisé de voir que la molécule E se portera vers le corps A.

13. La molécule D, de son côté, subira divers états relatifs à ces différens cas. Si la molécule E, par exemple, reste immobile, la molécule D aura un mouvement progressif vers

le corps A, puisqu'elle est plus voisine de la partie AB, dont la force attractive, dans ce cas, excede la force répulsive de AC, comme nous venons de le voir, il n'y a qu'un instant. Si la molécule E tend vers le corps A, la molécule D sera attirée, à plus forte raison, par le même corps.

14. En général, suivant les différens degrés relatifs des forces exercées par les deux parties du corps A, il pourra arriver que le fluide soit attiré & repoussé à la fois des deux côtés, ou qu'il soit attiré de tel côté, tandis qu'il sera repoussé de l'autre, & réciproquement; ou qu'enfin il reste immobile d'un côté, tandis que de l'autre il sera attiré ou repoussé.

15. Tous ceux qui connoissent la Théorie de M. Francklin, savent qu'une bouteille de Leyde, chargée à l'ordinaire, a sa garniture intérieure dans l'état positif, & l'extérieure, dans l'état négatif. Comme ces deux effets s'étendent jusqu'à une certaine profondeur dans la lame de verre qui forme le ventre de la bouteille, nous pouvons considérer cette lame avec ses deux garnitures, comme un corps unique, qui auroit une de ses parties, c'est-à-dire, celle qui est en dedans, électrisée en plus, & l'autre qui regarde le dehors, électrisée en moins. On peut demander lequel des différens cas que nous venons

de ſuppoſer, eſt celui que réaliſe l'état actuel de la bouteille. Or, nous verrons que la Théorie ſur ce point eſt parfaitement conforme au réſultat d'une expérience que chacun peut faire, & qui indique l'action des deux moitiés de l'épaiſſeur de la bouteille. Après avoir chargé cette bouteille, enlevez-la, à l'aide d'un cordon de ſoie attaché à ſon crochet, & tenez-la ainſi ſuſpendue, au milieu de l'air, qu'il faut ſuppoſer très-ſec. Approchez alors le doigt à une petite diſtance du ventre de la bouteille. Il ne ſortira aucune étincelle intermédiaire, d'où il faut conclure que, comme la bouteille ne donne aucun ſigne d'électricité par ſa ſurface extérieure, cette ſurface eſt, à l'égard du fluide voiſin, comme ſi elle ſe trouvoit dans l'état naturel, c'eſt-à-dire, que le fluide n'eſt ni attiré, ni repouſſé de ce côté.

Mais nous avons vu (13) que dans le cas où l'une des deux molécules E, D, étoit immobile, l'autre molécule ſe trouvoit néceſſairement attirée ou repouſſée; en ſorte qu'il ne pouvoit y avoir équilibre à la fois des deux côtés. Il ſuit delà que le fluide voiſin de la garniture intérieure de la bouteille, qui eſt électriſée en plus, doit éprouver de la part de cette garniture une action répulſive. C'eſt ce qu'il eſt aiſé de vérifier. Car ſi l'on préſente le doigt à une petite diſtance du crochet de la bouteille, qui eſt cenſé faire

un même corps avec la garniture intérieure, on tirera une étincelle qui annonce l'effluve de la matiere électrique hors du crochet (*a*). Tout ceci s'éclairçira encore par ce que nous dirons dans un article particulier, où nous traiterons de l'expérience de Leyde.

16. Nous placerons ici un résultat qui nous sera utile par la suite. Si l'on supposoit que l'excès de fluide de AC, se trouvât précisément égal au défaut de fluide de AB; alors la molécule D tendroit nécessairement à pénétrer dans le corps A, & la molécule E en seroit repoussée.

Pour le prouver, imaginons que les deux parties AC, AB, agissent seules tour à tour sur la molécule D, placée à une distance déterminée. Concevons de plus que la force répulsive de la partie AC soit concentrée dans un point déterminé. La force attractive de la partie AB pourra être conçue, comme concentrée dans le point correspondant de cette derniere partie. Car, quelle que soit la loi que suive la répulsion

(*a*) Cette étincelle n'est pas occasionnée précisément par le crochet, qui forme un surcroît de matiere ajoutée à la garniture intérieure. Nous verrons dans la suite que celle-ci peut, dans ce cas, fournir une étincelle, indépendamment du crochet, & toutes choses étant supposées égales de part & d'autre.

des molécules électriques; à raiſon de la diſtance, l'attraction des molécules propres du corps électriſé doit ſuivre la même loi, ſans quoi il n'y auroit point compenſation entre cette attraction & la répulſion des molécules du corps conſidéré dans l'état naturel; ce qui eſt contraire à l'expérience (3). Il ſuit delà que l'attraction exercée par AB ſur la molécule D, ſera égale, dans l'hypotheſe préſente, à la répulſion de AC ſur la même molécule, puiſque d'un côté celle-ci eſt repouſſée par AC, en raiſon de l'excès de fluide de cette même partie, & que de l'autre, elle ſera attirée par la partie AB, en raiſon de la portion de la maſſe de AB, laquelle faiſoit équilibre à la quantité de fluide, qui eſt cenſée avoir paſſé dans la partie AC. Donc dans le cas, repréſenté (*fig.* 1), où la molécule D eſt plus près de AB que de AC, l'attraction prévaudra ſur la répulſion, & la molécule D ſera ſollicitée à entrer dans le corps BC. On conçoit qu'en même-temps l'action du corps BC ſur la molécule E, doit être répulſive.

17. L'équilibre étant rompu entre les forces des parties AC, AB, il eſt clair qu'il tendra à ſe rétablir; en ſorte qu'une portion du fluide de AC paſſera dans AB, juſqu'à ce que le corps ſoit rentré dans ſon état naturel. Ce retour ſe fera lentement, ſi le corps A eſt idio-électrique;

mais s'il est an-électrique, le fluide parviendra en un instant à l'uniformité.

On conclura aussi des différens états où se trouvent les molécules E, D, suivant les divers cas mentionnés ci-dessus, qu'il peut arriver que, pendant le retour du corps vers son état naturel, il sorte du fluide de AC, ou qu'il en entre du dehors dans l'intérieur de AB, & la promptitude avec laquelle cette transmission s'opérera, dépendra aussi de la nature des corps environnans, & du plus ou moins de facilité que la matiere électrique éprouvera à les traverser.

18. Si le fluide n'étois pas uniformément répandu dans chaque partie du corps A, ou si, dans le cas d'une distribution uniforme, les deux parties n'étoient pas égales entr'elles, on obtiendroit toujours des résultats analogues à ceux qui ont été exposés ci-dessus. Il y a une infinité de cas possibles, relatifs aux différens états de AC & AB. Mais chacun de ces cas ayant un rapport déterminé avec le cas le plus simple, qui est celui que nous avons considéré, sera toujours susceptible d'y être ramené.

Imaginons, par exemple, que la partie AC, soit double ou triple, ou, &c. de la partie AB; & que la portion de fluide, qui surabonde dans cette partie, soit égale à celle qui manque dans

la partie AB. Si l'on conçoit la molécule D, ſituée entre ces deux parties ſéparées l'une de l'autre, le point dans lequel il faudra ſuppoſer que la force répulſive de AC eſt concentrée, n'aura plus, à la vérité, la même poſition que dans le cas mentionné (16); mais le point où il faudroit placer la molécule D, pour qu'elle fût autant attirée par AB, que repouſſée par AC, ſe trouvera néceſſairement entre les deux centres d'action des deux parties AB, AC, quoiqu'à des diſtances inégales de ces parties. Donc, dans le cas repréſenté (*fig. 1*), la molécule D étant plus voiſine du centre d'action de AB que de celui de AC, cette molécule tendra toujours à pénétrer dans le corps AB; tandis que la molécule E ſera ſollicitée à s'en écarter.

19. Paſſons maintenant à la recherche des loix, ſuivant leſquelles deux corps électriques agiſſent l'un ſur l'autre. Soient A, B, (*fig. 2*), ces deux corps, que l'on ſuppoſe d'abord dans l'état naturel. Toute action étant réciproque, il ſuffira de conſidérer celle du corps A ſur le corps B. Or il y a quatre forces qui entrent comme élémens dans cette action.

1°. La matiere propre de A attire le fluide de B.

2°. Le fluide de A repouſſe celui de B.

3°.

3°. Le fluide de A attire la matiere propre de B.

4°. La matiere propre de A exerce aussi sur la matiere propre de B une action que nous déterminerons plus bas.

Il est clair d'abord, d'après ce qui a été dit, (3), que l'attraction de la matiere propre de A sur le fluide de B, est égale à la force répulsive mutuelle des deux fluides : car il en est ici du corps B, vis-à-vis du corps A, comme d'une partie quelconque d'un seul corps, à l'égard d'une autre partie du même corps. Ainsi les deux forces dont il s'agit, se faisant équilibre, leur effet est comme nul.

En second lieu, la premiere force est égale à la troisieme, c'est-à-dire, qu'autant la matiere propre de A attire le fluide de B, autant le fluide de A attire la matiere propre de B. Pour le prouver, observons que l'effort que font les deux corps, pour se porter l'un vers l'autre, en vertu de l'attraction mutuelle de leurs fluides & de leurs masses, doit être estimé ici, comme la quantité de mouvement dans le cas de l'équilibre, c'est-à-dire, par le produit des masses & des vîtesses. Cela posé, plus la matiere propre ou la masse de A est considérable, plus chaque molécule du fluide de B a de vîtesse pour se porter vers A. Donc cette vîtesse est proportionnelle à la masse de A. Donc la quantité de

B

mouvement du fluide de B, ou le produit de la vîteſſe de ce fluide par ſa maſſe, eſt comme la maſſe même de A, multipliée par la maſſe du fluide de B. On verra de même, que l'effort avec lequel B eſt attiré par le fluide de A, eſt comme la maſſe de ce fluide, qui determine ici la vîteſſe de B, multipliée par la maſſe de B.

Soit M la maſſe de A; Q ſa quantité de fluide; *m* la maſſe de B; *q* ſa quantité de fluide; les deux attractions, ou les quantités de mouvement ſeront comme le produit de M par *q*, eſt au produit de Q par *m*. Mais les quantités de fluide naturelles étant proportionnelles aux maſſes, on aura M eſt à *m*, comme Q eſt à *q*; & multipliant l'un par l'autre, les extrêmes & les moyens, on trouvera que le produit de M par *q* eſt égal au produit de Q par *m*; c'eſt-à-dire, que les quantités de mouvement, & par conſéquent la premiere & la troiſieme des forces mentionnées ci-deſſus ſont égales entr'elles. Or, la premiere étant égale & contraire à la ſeconde, il s'enſuit que l'effet de la troiſieme eſt néceſſairement balancé par une quatrieme, qui lui eſt pareillement égale & contraire. Mais il ne reſte, pour la quatrieme force, que celle qu'exerce la matiere propre de A ſur celle de B; d'où M. Æpinus conclud, 1°. que les molécules de la matiere propre des deux corps A & B, ont une

force répulsive mutuelle ; 2°. que cette force est égale à l'une quelconque des trois premieres forces ; c'est-à-dire, qu'il y a égalité entre les quatre forces dont il s'agit.

20. Quoique l'existence d'une force répulsive, mutuelle entre les molécules propres des corps, paroisse suivre immédiatement des principes de la Théorie de l'Électricité (*a*), tels que M. Francklin, & tant d'autres Physiciens après lui les ont admis ; l'Auteur ne dissimule pas la répugnance qu'il a eue d'abord à se persuader que la force dont il est question pût avoir lieu dans la nature. Mais il ajoute, qu'après y avoir bien réfléchi, il n'a rien trouvé dans cette supposition qui fut contraire à l'analogie des opérations de la nature ; puisqu'il y a une multitude de circonstances où l'on observe des actions répulsives entre les corps. La gravitation universelle prouvée par Newton, ne peut faire ici une difficulté solide. Car, comme l'effet de la répulsion dont on a parlé est détruit par l'action du fluide électrique, dans tous les corps qui renferment

(*a*) Cette conséquence n'est pas nécessaire, puisqu'il est probable que l'on trouvera une autre maniere d'expliquer la chose, quand la nature du fluide électrique nous sera plus connue. Voyez le Discours préliminaire.

leur quantité naturelle de ce fluide, cette répulsion est comme nulle, par rapport à l'attraction universelle dont elle ne trouble point l'action sur les différens corps, excepté dans les cas où ceux-ci donnent des signes extérieurs d'électricité, d'où résultent des effets particuliers, qu'il faut regarder comme des especes d'exceptions à la loi générale. Et si l'on objecte à M. Æpinus, que deux forces opposées, telles que la répulsion & l'attraction, sont incompatibles dans le même sujet; il répond, que ne considérant pas ces deux forces, comme inhérentes à la matiere, mais comme produites par des causes extérieures, il ne peut être accusé de contradiction, puisque rien ne répugne à ce qu'un corps soit sollicité à la fois par deux puissances contraires. C'est ainsi, par exemple, que les molécules d'un fluide élastique se repoussent mutuellement en vertu de leur ressort, quoique soumises à la loi de la gravitation universelle.

21. Nous venons de voir que deux corps A & B, dans l'état naturel, n'avoient l'un sur l'autre aucune action sensible qui pût être attribuée à l'électricité. Concevons que le fluide de A soit augmenté d'une certaine quantité. En reprenant les quatre forces mentionnées ci-dessus, savoir :

1°. L'attraction de A sur le fluide de B.

2°. La répulsion mutuelle des deux fluides.

3°. L'attraction du fluide de A sur B.

4°. La répulsion mutuelle de A & de B.

Il sera facile de voir que l'accroissement du fluide de A, n'altere, en aucune maniere, la premiere & la quatrieme force; puisque l'action du fluide de A n'entre point comme élément dans ces forces. Il n'y aura que la seconde & la troisieme force qui subiront des changemens. Or, dans l'état naturel, la seconde force est à la troisieme (19), comme le produit des masses des deux fluides, est au produit du fluide de A par la masse de B. Mais ces deux produits étant égaux, si l'on augmente d'une même quantité leur facteur commun, qui est la masse du fluide de A, il est clair que l'égalité subsistera toujours. Donc dans le cas où le fluide de A seroit augmenté, la seconde force fera équilibre à la troisieme; & comme la premiere est égale à la quatrieme dont elle balance l'effet, il s'ensuit que le corps A, dans l'hypothese présente, n'aura pas plus d'action sur le corps B, que s'il étoit dans l'état naturel.

Si l'on suppose, au contraire, que le fluide de B soit diminué d'une certaine quantité, on trouvera que la seconde & la troisieme force sont encore égales, comme dans le cas précédent.

22. Il suit delà, qu'un corps électrisé soit positivement, soit négativement, n'a aucune action sur un second corps qui est dans son état naturel. Cette conséquence, quoique déduite immédiatement de la Théorie de M. Francklin, paroît d'abord contraire à un fait admis par les partisans de cette Théorie, & que l'expérience semble confirmer au premier coup-d'œil; savoir, que les corps électrisés, soit positivement, soit négativement, attiroient toujours d'autres corps qui n'avoient que leur quantité naturelle d'électricité. Mais tout se concilie, en admettant un autre fait, dont l'existence sera prouvée dans la suite, & qui consiste en ce qu'aucun corps, dans l'état naturel, ne peut être approché d'un autre corps, que l'on suppose électrisé, sans être tiré lui-même de l'état naturel, & sans devenir électrique. Or, c'est en vertu du nouvel état de ce corps, que l'autre a une action sensible sur lui; & comme la cause qui le rend électrique agit très-promptement, il n'est pas surprenant que l'on ait regardé ce corps, comme étant encore dans l'état naturel, au moment où l'autre agissoit sur lui, & que la vraie explication de ce phénomene ait échappé aux partisans de la Théorie de M. Francklin.

23. Supposons maintenant que les corps A & B soient électrisés tous les deux positivement.

Pour concevoir l'effet qui en résultera, rappelons-nous que dans le cas où le corps A est seul électrisé en plus, la seconde & la troisieme des quatre forces mentionnées ci-dessus (21), se trouvent augmentées l'une & l'autre dans un rapport égal, les deux autres forces restant les mêmes.

Or, si B est lui-même électrisé positivement, il est clair 1°. que la premiere force, qui est l'attraction de A sur le fluide de B, se trouvera augmentée. 2°. Que la seconde force, c'est-à-dire, la répulsion mutuelle des deux fluides, qui étoit déja plus grande que la premiere force, recevra un nouvel accroissement. 3°. Que les deux autres forces ne subiront aucun changement, puisque l'action du fluide de B n'entre point comme élément dans ces forces. Cela posé, il est facile de voir que l'équilibre sera rompu; en sorte que les attractions & les répulsions ne se balanceront plus mutuellement; mais que les secondes prévaudront.

Car dans le cas où le corps A étoit seul électrisé positivement, la premiere force étoit égale, & contraire à la quatrieme; la seconde étoit égale, & contraire à la troisieme: en sorte que chacune de celles-ci étoit plus grande que l'une quelconque des deux autres. Or, supposons, pour plus de simplicité, que

l'accroissement du fluide de B, dans le cas où ce corps se trouve aussi électrisé positivement, soit capable de doubler la seconde force, ou la répulsion mutuelle des deux fluides. L'équilibre ne pourra subsister qu'autant que le même accroissement auroit doublé en même-temps une autre force égale & contraire à la seconde ; mais il n'y a que la troisieme force qui soit dans ce dernier cas. Or, l'accroissement du fluide de B n'occasionne point de changement dans cette troisieme force, mais seulement dans la premiere qui se trouvera aussi doublée ; puisque l'action du fluide de B est un de ses élémens. Donc, puisque cette force étoit plus petite que la seconde, la répulsion de celle-ci se trouvera augmentée en plus grand rapport, que l'attraction de la premiere, d'où il suit que la somme des répulsions l'emportera sur celle des attractions ; en sorte que les deux corps A, B, se repousseront mutuellement.

Si l'on imagine que les deux premieres forces, au lieu d'être doublées, se soyent accrues dans tout autre rapport, il en résultera toujours que la premiere sera plus petite que la seconde ; en sorte que, dans tous les cas, il y aura répulsion entre les corps A & B (*a*).

(*a*) Pour saisir plus facilement ce résultat, on peut,

24. Supposons, au contraire, que A étant toujours électrisé positivement, B se trouve électrisé négativement. On verra, par un raisonnement semblable à celui que nous avons fait pour le cas précédent, que la diminution du fluide de B fera décroître la seconde force, qui est celle par laquelle les deux fluides se repoussent, de ma-

---

à l'aide des nombres, en faire l'application à un cas particulier. Représentons par 2 chacune des quatre forces mentionnées dans l'état naturel; & concevons que d'abord A seul soit électrisé positivement, de maniere que son fluide se trouve triplé. La seconde force, c'est-à-dire, la répulsion mutuelle des deux fluides, & la troisieme, savoir, l'attraction du fluide de A sur B, seront aussi triplées, & l'expression de chacune sera 6. La premiere force, c'est-à-dire, l'attraction de A sur le fluide de B; & la quatrieme ou la répulsion de A sur B, ne recevront aucun changement. Donc la somme des deux attractions & celle des deux répulsions, deviendront chacune 6 plus 2, ou 8, d'où il suit qu'il y aura encore équilibre.

Les choses étant dans cet état, concevons que le fluide de B soit doublé. La premiere force qui étoit 2 deviendra 4; la seconde, qui étoit 6, deviendra 12. La troisieme sera toujours 6, & la quatrieme toujours 2. Or, la premiere & la troisième sont attractives; la seconde & la quatrieme sont répulsives; donc la somme des attractions sera 4 plus 6, ou 10; la somme des répulsions sera 12 plus 2, ou 14; par où l'on voit que les répulsions l'emporteront.

niere qu'elle aura perdu une plus grande partie de son action que la premiere. Donc celle-ci, qui est positive, l'emportera, & les deux corps s'attireront mutuellement.

25. Supposons enfin que les corps A, B, se trouvent tous les deux électrisés négativement. La seconde & la troisieme force perdront également, en vertu de la seule électricité négative de A; donc l'équilibre subsisteroit encore à cet égard. Mais en vertu de l'électricité négative de B, la seconde force, qui étoit devenue plus petite que la premiere, perdra moins de son action : car si elle est diminuée de moitié, par exemple, il est évident qu'une semblable diminution fera decroître davantage la premiere, qui étoit plus considérable (*a*). Donc puisque la seconde force est répulsive, la somme des répulsions prévaudra sur celle des attractions, & les deux corps s'écarteront l'un de l'autre.

26. Il est facile de constater ces résultats par l'expérience. Ayez deux petites balles de liége, ou de moelle de sureau, *f*, *h*, fig. 12, suf-

(*a*) Il faut observer, que comme les résultats sont donnés par la différence entre la somme des attractions & celle des répulsions, les accroissemens ou les pertes des forces, doivent être estimées par des quantités absolues.

pendues par des crins aux extrêmités de deux tiges recourbées AB, CD, faites de quelque matiere idio-électrique, telle que le verre, la Cire d'Espagne, &c. & garnies aux points de suspension *e*, *n*, de deux boules de métal; placez ces deux tiges de maniere que les balles *f*, *h*, soyent à une petite distance l'une de l'autre, comme le représente la figure. Après avoir électrisé par frottement un tube de verre, que l'on sait acquérir, dans ce cas, l'electricité positive, touchez en même tems, les deux points de suspension *e*, *n*. A l'instant les deux balles *f*, *h*, étant elles-mêmes électrisées en plus, comme il sera prouvé par la suite, se repousseront mutuellement, ce qui est le premier résultat.

27. On sait que la Cire d'Espagne s'électrise en moins par le frottement. Si donc vous touchez l'un des points de suspension tel que *e*, avec un bâton de cire ainsi électrisé, & l'autre point *n*, avec le tube de verre, dont nous avons parlé plus haut, alors chaque balle acquerant une électricité analogue à celle du corps, qui touche son point de suspension, les deux balles se trouveront dans des états différens, & on les verra se porter l'une vers l'autre. Ce qui représente le second résultat.

28. Pour mettre le troisieme résultat en expérience, on conçoit, d'après ce qui a été dit,

qu'il ne s'agit que de toucher à-la-fois les deux points de ſuſpenſion *e*, *n*, avec un bâton de Cire d'Eſpagne électriſé par frottement. L'effet de ce contact ſe manifeſtera par la répulſion mutuelle des deux balles.

29. Concluons delà, 1°. que s'il y a excès ou défaut de fluide en même tems dans les deux corps, ils ſe repoufferont mutuellement.

2°. Que s'il y a excès de fluide dans l'un & défaut dans l'autre, ils s'attireront mutuellement.

30. Il peut arriver (& ce cas eſt effectivement très-commun) que le fluide ne ſoit pas repandu uniformément dans les deux corps A, B, mais qu'il abonde dans certaines parties de ces corps, tandis que dans les autres parties, il y en auroit moins que la quantité naturelle; ſuppoſons d'abord, pour plus grande ſimplicité, un corps A (fig. 3) dans l'état où nous l'avons conſidéré (10), c'eſt-à-dire, diviſé en deux parties égales AC & AB, dont la premiere ſoit électriſée poſitivement & la ſeconde négativement. On a vu que ſuivant les proportions des quantités additive & ſouſtractive du fluide renfermé dans AC & AB, il pouvoit arriver que l'une quelconque des molécules E, D, reſtât immobile, ou fut attirée vers l'extrêmité correſpondante du corps A, ou en fut repouſſée.

Concevons maintenant un autre corps G, voi-

ſin de la partie AC. Il eſt clair d'abord que ſi ce corps eſt dans ſon état naturel, le corps A n'aura aucune action ſur lui (22). Reſte à examiner les cas où G ſeroit lui-même électriſé, ſoit poſitivement, ſoit négativement.

Pour eſtimer les effets du corps A ſur le corps G, nous les comparerons avec ceux qu'il produiroit ſur la molécule E. Suppoſons d'abord que cette molécule ſoit autant attirée que repouſſée, & que le corps G ſoit dans l'état poſitif. Il eſt clair que la partie AB étant à une plus grande diſtance de la molécule E que la partie AC, ne balance la force répulſive de cette partie qu'à raiſon d'un excès d'électricité négative. Or, ſi l'on conçoit que la molécule E s'écarte du corps, ſuivant la direction RN, il eſt aiſé de voir qu'elle s'éloignera plus à proportion de la partie AC que de la partie AB. Car ſuppoſons qu'étant appliquée à la ſurface du corps A, elle ſe trouvât à un pouce de diſtance du centre de la partie AC, que je prends ici pour terme de comparaiſon, & à deux pouces de diſtance du centre de la partie AB. Donc ſi elle s'eſt écartée, par exemple, d'un pouce dans la direction RN, elle ſe trouvera alors à deux pouces de diſtance du centre de AC, & à trois pouces du centre de AB. Donc la premiere diſtance ſera doublée, tandis que la ſeconde ne ſera augmentée que dans le rapport

de deux à trois. On voit par-là que la molécule E ne peut s'écarter du corps A, ſans que la répulſion de AC ſur cette molécule ne diminue en plus grand rapport que l'attraction de AB. Donc partout ailleurs qu'au point E, en allant vers N, l'attraction l'emporte ſur la répulſion. Donc le corps A agit ſur la molécule E, dans tous les points ſitués vers N, comme agiroit un corps dans l'état négatif. Or, le corps G, qui eſt poſitif, ne différant d'un corps dans l'état naturel, qu'à raiſon d'un excès de fluide, toute l'action du corps A peut être conçue comme s'exercant ſur cet excès; d'où il réſulte que l'on peut aſſimiler cette action à celle qui a lieu par rapport à la molécule E. Donc à quelque diſtance que l'on place le corps G, il ſera attiré par le corps A.

Il eſt facile de voir que ſi G étoit dans l'état négatif, il feroit repouſſé, au lieu d'être attiré, à quelque diſtance qu'on le plaçât du corps A.

31. Concevons maintenant que la molécule E ſoit plus repouſſée qu'attirée. Si l'on ſuppoſe qu'elle abandonne la ſurface du corps A, pour ſe porter vers N, la force répulſive de la partie AC ſur cette molécule diminuant en plus grande raiſon que la force attractive de AB (30), on conçoit qu'il y aura un point où la diſtance compenſera l'excès de la force attractive, en ſorte que les deux forces ſe balanceront; & à ce

point, la molécule E, abandonnée à elle-même, resteroit immobile. Au-delà de ce point, la force attractive de AB, continuant de décroître en moindre raison, que la force répulsive de AC, deviendra prépondérante; en sorte que la molécule sera attirée dans tous les points situés plus loin que celui où elle étoit en équilibre.

Soit maintenant R ce dernier point; ayant mené la verticale OP, si l'on conçoit que cette verticale traverse le corps G, qui est censé dans l'état positif, il est facile de voir que la partie OM de ce corps sera plus repoussée qu'attirée; & qu'au contraire, la partie OS sera plus attirée que repoussée. Or, on peut toujours supposer le corps partagé par la ligne OP, de maniere que la répulsion d'une part soit égale à l'attraction de l'autre, d'où il suit qu'il y a une position où le corps G resteroit immobile. On voit également que ce corps ne pourra se mouvoir de R en E, sans être plus repoussé qu'attiré, ni de R en N, sans être plus attiré que repoussé.

Si le corps G étoit dans l'état négatif, on auroit des résultats semblables, mais en sens contraire; en sorte que ce corps seroit repoussé dans les mêmes circonstances où il eût été attiré, étant positif, & *vice versâ*.

32. En appliquant à la molécule D les mêmes raisonnemens que nous venons de faire pour la

molécule E, on verra qu'il peut arriver de même, ſuivant les divers états des parties du corps A, qu'un corps H ſitué du côté de AB, & dans l'état poſitif ou négatif, tantôt reſte immobile, & tantôt ſoit atttiré ou repouſſé.

33. Nous avons fait voir (16), que ſi l'excès de fluide contenu dans AC, étoit égal au défaut de fluide de AB, la molécule D ſeroit attirée, & la molécule E repouſſée par le corps A. On conclura aiſément de ce réſultat & de tout ce qui vient d'être dit, que dans le même cas, le corps G étant ſuppoſé dans l'état poſitif, ſeroit repouſſé à toutes les diſtances, & qu'au contraire il ſeroit attiré, s'il ſe trouvoit dans l'état négatif.

Mais cette conſéquence ſuppoſe que les deux parties du corps A ont une épaiſſeur ſenſible. Car ſi, par quelque moyen, on pouvoit faire en ſorte qu'elles fuſſent cenſées n'avoir qu'une épaiſſeur infiniment petite, on concevra qu'alors le corps G, étant à des diſtances ſenſiblement égales, par rapport aux deux parties du corps A, ſeroit autant repouſſé qu'attiré, & reſteroit immobile à toutes les diſtances.

M. Æpinus a repréſenté ce dernier cas, à l'aide d'une expérience curieuſe. Ce Phyſicien a pris deux lames de verre, de pluſieurs pouces de

de largeur, & a fixé perpendiculairement sur le milieu d'une des faces, de chacune, un manche de verre, en se servant de cire à cacheter pour ciment. Ayant ensuite frotté ces lames plusieurs fois l'une contre l'autre par leurs faces libres; puis les tenant en contact immédiat, il a présenté la surface postérieure de l'une d'elles, à une petite balle de liége suspendue à un fil de soie. Si l'appareil se fût trouvé susceptible de donner quelques signes d'électricité, cette balle auroit été d'abord électrisée, en vertu de la proximité des deux lames de verre, comme nous le verrons plus bas; puis attirée jusqu'au point de contact, & ensuite repoussée. Cependant la balle restoit immobile à toutes les distances : car, pendant le frottement mutuel des deux lames, une partie du fluide contenu dans celle qui se trouvoit plus disposée à en céder, avoit passé dans l'autre, en sorte que la premiere avoit acquis l'Électricité négative; & la seconde, l'Électricité positive. Mais comme cet effet, assez peu considérable en lui-même, ne s'étendoit dans chaque lame, qu'à une profondeur infiniment petite (2); en sorte qu'il n'y avoit que les surfaces en contact, qui fussent sensiblement électriques, les distances entre ces surfaces & la balle de liége, étant censées égales, celle-ci n'éprouvoit aucune action de la part de l'appareil.

Au contraire, dès que l'on écartoit les deux lames l'une de l'autre, la balle étoit à l'instant attirée par la lame voisine, puis repoussée, aussi-tôt qu'elle avoit touché cette lame. Nous donnerons dans la suite une explication détaillée de ces attractions & répulsions successives.

34. Examinons maintenant le cas où chacun des deux corps DB, FH (*fig.* 4), seroit tel que ses deux parties se trouvassent dans divers états, soit positifs, soit négatifs. Supposons d'abord que les parties CD, FG, soient dans l'état positif, & les parties BC, GH, dans l'état négatif. Concevons de plus, que, dans le cas où la partie FG existeroit seule, elle fût repoussée par le corps C, à quelque distance qu'on la plaçât de ce corps. L'action de C, dans ce cas, est par-tout la même, que s'il étoit dans un état positif. Si nous considérons maintenant l'effet que doit produire l'addition de la partie GH, qui est dans l'état négatif, nous pouvons imaginer que la quantité de fluide, soustraite de cette partie, soit en telle proportion avec la quantité additive du fluide de FG, qu'il y ait un point où elle compense exactement la différence des distances où se trouvent les deux parties du corps G, à l'égard du corps C; en sorte que l'effet de l'attraction sur GH, soit égal à celui de la répulsion sur FG. Dans ce cas, le corps G restera im-

mobile. Maintenant, si on le place plus près du corps C, alors la partie FG, qui est dans l'état positif, s'approchant en plus grand rapport vers le corps C (30), que la partie GH, qui est dans l'état négatif, la répulsion l'emportera. Le corps G sera attiré, au contraire, si on le place plus loin que la distance où il eût été immobile.

On aura des résultats semblables pour le cas où la partie FG seroit dans l'état négatif, & la partie GH dans l'état positif, excepté qu'il y aura attraction où il y avoit répulsion, dans le cas précedent, & *vice versâ*.

35. Si les quantités de fluide des deux parties du corps C sont telles que la partie FG, que nous supposons de nouveau positive, & placée seule dans le voisinage de C, eût été attirée, puis fût restée immobile à une plus grande distance; & enfin, eût commencé à être repoussée à une distance encore plus grande, il est clair que le corps C agira d'abord dans cette hypothese, comme s'il étoit électrisé négativement, puis dans l'état naturel, & enfin dans l'état positif : ce cas est susceptible de plusieurs solutions. Il suffira, pour notre objet, de considérer ce qui se passe, tant que le corps G reste dans l'étendue où le corps C agit comme étant négatif. On conçoit que le rapport

des quantités de fluide contenues dans les parties FG, GH, peut être tel, qu'à une distance donnée, l'effet de l'attraction qui auroit eu lieu sur la seule partie FG, soit balancé par un effet égal & contraire; & à ce point, le corps G demeurera immobile. En-deça de ce point, vers le corps C, le corps G sera attiré, parce que la distance de FG, par rapport au corps C, deviendra moindre, à proportion que la distance de GH (30) : au-delà du même point il y aura répulsion.

Si, au contraire, FG est la partie électrisée négativement, & GH la partie électrisée positivement, on aura des phénomenes analogues, avec cette différence que les forces attractives prendront la place des forces répulsives, & réciproquement.

36. Enfin, si l'on suppose BC positive, CD négative, & si le rapport des quantités de fluide de ces deux parties est tel, que FG étant positive, & placée dans le voisinage de C, fût repoussée; puis restât immobile à une plus grande distance, pour commencer à être attirée dans les points ultérieurs; on concevra, par un raisonnement semblable, qu'il pourra se faire que le corps G soit repoussé, dans une certaine proximité de C; que placé plus loin, il demeure immobile, & que plus loin encore il soit attiré.

Concluons de tout ce qui précede, que si les deux parties d'un corps C sont dans deux états

différens d'électricité, & qu'il se trouve à une certaine distance de ce corps, un second corps G, électrisé, soit en plus, soit en moins, ou même qui ait aussi ses deux parties différemment électrisées, quelle que soit d'ailleurs la position respective des parties de ces deux corps, on pourra toujours concevoir un point où le corps G resteroit immobile, & d'autres points situés en-deçà & au-delà, dans lesquels le corps G seroit, ou plus attiré que repoussé, ou plus repoussé qu'attiré. Observons cependant que ces suppositions ne peuvent avoir lieu que dans le cas où l'on seroit le maître de faire varier à volonté les quantités de fluide des deux corps, & le rapport de celles que contiennent leurs différentes parties. Nous verrons plus bas, à l'article des attractions & répulsions, comment il peut arriver que les suppositions dont il s'agit, soient soumises à certaines conditions, qui resserrent les resultats entre des limites déterminées.

37. Si les deux corps DB, FH, étoient divisés en plus de deux parties, qui fussent dans divers états d'électricité positive & négative, il seroit toujours possible de ramener l'estimation de leur action mutuelle à celle de deux corps électrisés tout entiers, en plus ou en moins, tels que ceux des Numéros 23, 25 & 27. Concevons, par exemple, un corps AD (*fig.* 5), divisé en trois

parties, dont la premiere CD ſoit dans l'état poſitif; la ſeconde BC dans l'état négatif, & la troiſieme AB dans l'état poſitif. Si l'on ſupprime pour un inſtant la partie AB, & que l'on conſidere l'action des deux parties CD, BC, ſur une molécule *f* de fluide, on trouvera, d'après les principes expoſés N°. 10 & ſuivans, un réſultat quelconque, qui fera connoître ſi le corps DB, compoſé des deux parties DC, CB, eſt relativement à la molécule *f*, dans l'état naturel, ou dans un état, ſoit poſitif, ſoit négatif. Suppoſons que le réſultat donne pour DB un état négatif. On conſidérera la totalité DA, comme compoſée de deux parties DB, BA, dont la premiere ſeroit dans l'état négatif, & la ſeconde dans l'état poſitif, & l'on recherchera l'action de ce corps ſur une molécule *b* voiſine de l'extrêmité A. Il réſultera de cette recherche, que la molécule *b*, ou reſteroit immobile, ou ſeroit attirée ou repouſſée par le corps DA. On en conclura l'action de ce corps ſur un autre corps G placé à une petite diſtance, comme pour le cas du n°. 30.

Si le corps G étoit lui-même compoſé de pluſieurs parties qui fuſſent électriſées poſitivement ou négativement, il ſera facile, d'après ce que nous venons de dire, de ramener l'état de ce corps à celui d'un corps électriſé tout entier en plus ou en moins, & de déterminer ainſi l'action réciproque des deux corps DA & G.

III. *De la loi que suit l'action de la matiere électrique, à raison des distances.*

38. Dans tout ce qui précede, nous nous sommes bornés à considérer l'action de la matiere électrique, comme croissant ou décroissant en général, à mesure que la distance diminue ou augmente entre les corps électrisés ; mais cet accroissement suit une loi qu'il étoit très-intéressant de déterminer. Sans cette nouvelle connoissance, la Théorie restoit incomplete, & il y avoit des problêmes dont elle ne pouvoit donner la solution, même d'une maniere approchée, ainsi que nous le verrons dans la suite. C'est à M. Coulomb, de l'Académie Royale des Sciences, que nous devons cette importante découverte, qu'il a consignée dans un Mémoire lu à l'Académie en 1785, & dont il a bien voulu nous permettre d'insérer ici un extrait. Le résultat de ses expériences est que l'Électricité suit, comme l'attraction, la raison inverse du quarré des distances (*a*).

(*a*) Le quarré d'un nombre est le produit de ce nombre par lui-même. Ainsi le quarré de 2 est 4, celui de 3 est 9, celui de 4 est 16, &c. On dit d'une force,

Le moyen que M. Coulomb a employé pour déterminer cette loi, lui appartient aussi bien que la découverte elle-même. Il a fait, relativement à cet objet, un usage très-ingénieux des effets de la force de torsion, c'est-à-dire, de celle qui est capable de maintenir un fil de métal, tordu d'une certaine quantité, & de l'empêcher de se dérouler autour de son axe, pour se remettre dans son état naturel. Les Observations de M. Coulomb, par rapport aux effets de cette force, sont la matiere d'un autre Mémoire lu à l'Académie en 1784, où il indique des procédés, pour mesurer, avec beaucoup de précision, des forces de torsion proportionnelles à des poids extrêmement petits.

39. Voici en quoi consiste, dans le cas présent, l'appareil de M. Coulomb. ABDC (*fig.* 6), est un cylindre de verre, recouvert d'une plaque AC de même matiere. Sur le milieu de cette plaque est soudé un tuyau vertical *febh*, pareil-

---

qu'elle agit en raison inverse du quarré de la distance, lorsqu'à mesure que la distance augmente, l'action de la force diminue, suivant le rapport du quarré de cette distance, & réciproquement. Par exemple, si la distance est successivement doublée, triplée, quadruplée, &c. l'action de la force se trouvera réduite successivement au quart, au neuvieme, au seizieme, &c. de ce qu'elle étoit d'abord.

lement de verre, & surmonté d'un tuyau de cuivre beaucoup plus court *cbhd*, dans lequel tourne, avec frottement, une autre portion de tuyau du même métal. Celle-ci porte une plaque *ly*, percée d'un trou en son milieu, pour recevoir une petite tige à laquelle est attachée une aiguille *ol*, que l'on fait tourner à volonté, en même-temps que la tige. Le bord de la plaque *ly* est divisé en 360°. dans le sens *lky*. La tige porte à son extrêmité inférieure une petite pince, qui saisit un fil d'argent très-délié *pn*, au bas duquel est suspendu un petit cylindre de cuivre *nu*, pour le tenir tendu. Ce cylindre est, de plus, fendu dans sa longueur, & fait l'office d'une pince qui presse un fil de soie *ag*, enduit de Cire d'Espagne, terminé d'un côté par une balle *a* de moëlle de sureau; & de l'autre, par un morceau de papier huilé *g*, qui fait contre-poids.

La plaque AC est percée en *m* d'un trou, à travers lequel passe un second fil de soie enduit aussi de Cire d'Espagne, & maintenu dans une direction *mt*, à peu-près verticale, par le moyen d'un bâton *rs* de la même Cire. Ce fil de soie porte à son extrêmité inférieure *t* une autre balle *x* de moëlle de sureau, qui correspond au point zéro d'un cercle gradué *zq*, attaché sur la surface extérieure du cylindre ACDB. On

peut toujours, à l'aide du tuyau de cuivre supérieur, que l'on fait tourner doucement dans celui où il est emboîté, disposer les choses de maniere que la balle *a* touche la balle *x*, sans que le fil de suspension éprouve aucune torsion.

L'appareil étant dans cet état, on électrise par communication les deux balles *a*, *x*, en les touchant avec un petit conducteur électrisé que l'on introduit dans le trou *m*, qui doit être suffisamment ouvert. Ce conducteur n'est autre chose qu'une épingle enfoncée dans un bâton de Cire d'Espagne, électrisé par frottement. Au même instant, la balle *a*, repoussée par la balle *x*, s'en écarte d'un certain nombre de degrés, qui étoit de 36, dans l'expérience faite par M. Coulomb, en présence de l'Académie. Par ce moyen, le fil de suspension *pn*, s'est trouvé lui-même tordu sous un angle de 36°; on a continué de le tordre, en faisant tourner l'aiguille *ol* vers *k*, jusqu'à ce que l'extrêmité de cette aiguille, en partant du point zéro, fût parvenue vis-à-vis le cent vingt-sixieme degré de la graduation *lky*.

La répulsion des deux balles n'étant plus suffisante pour résister à cette seconde torsion, la balle *a* s'est rapprochée de la balle *x*, jusqu'au point où l'équilibre s'est trouvé rétabli entre les deux forces. Dans l'expérience citée, la balle *a* s'est placée à 18° de distance de la balle *x*.

Ajoutant 18° à 126°, on a 144°, pour l'angle entier de torsion.

Or, la force de torsion, telle que M. Coulomb l'a déterminée, varie, toutes choses égales d'ailleurs, comme les angles de torsion. Mais ici, ces angles sont, le premier de 36°, & le second de 144°, quadruple du premier. En même-temps les distances entre les balles, étoient, l'une de 36° & l'autre de 18°, c'est-à-dire, dans le rapport de deux à un. D'où il suit que les répulsions qui étoient mesurées par les angles de torsion, ont suivi la raison inverse des quarrés des distances (*a*). M. Coulomb a varié l'expérience de plusieurs manieres, & le résultat a toujours été conforme à la loi assignée.

40. M. Coulomb a donné depuis un second Mémoire, dans lequel il expose différens moyens qu'il a employés pour déterminer aussi la loi que

(*a*) La distance entre les deux balles n'est pas mesurée précisément par l'angle de torsion, mais par la corde de l'arc, qui joint les centres de ces balles. De plus, tandis que la balle *a* s'écarte de la balle *x*, la force répulsive de celle-ci étant censée agir, suivant une droite qui passeroit par les centres des deux balles, il est facile de voir que cette force est oblique sur le levier *na*, d'où il suit qu'elle se décompose, en sorte que le véritable levier est plus court que *na*. Or, en substituant d'une part l'arc de torsion, à la corde de

ſuivent les attractions électriques, à différentes diſtances. L'un de ces moyens eſt analogue à celui que nous venons de décrire. Les deux balles étant électriſées, l'une poſitivement, & l'autre négativement, il ne s'agit que de tordre le fil de ſuſpenſion ſous un certain angle, en ſens contraire de celui ſuivant lequel agit l'attraction. Le levier qui porte la balle mobile, tend d'une part à obéir à cette torſion, en tournant autour du point de ſuſpenſion; mais d'une autre part, l'attraction mutuelle des deux balles agit pour ramener ce levier, & diminuer d'autant l'angle de torſion. La quantité de cette diminution donne la meſure de la force qui fait équilibre à l'attraction réciproque des balles; & M. Coulomb, en eſtimant cette force à différentes diſtances, a trouvé que les réſultats étoient les mêmes que pour la force de répulſion.

Au reſte, il eſt facile de prouver, par la ſeule

---

cet arc, qui eſt plus courte, on ſuppoſe la diſtance entre les deux balles, plus grande qu'elle ne l'eſt en effet. Mais, en ſubſtituant d'une autre part au véritable levier, un autre levier, qui eſt plus long, on ſuppoſe auſſi la force répulſive trop grande. Or, quand les angles, qui donnent les diſtances des balles, ne ſont pas conſidérables, les deux erreurs ſont à peu-près proportionnelles; en ſorte que l'exactitude du réſultat n'en eſt pas ſenſiblement altérée.

voie d'induction, que les attractions suivent, comme les répulsions, la raison inverse du quarré des distances. Concevons d'abord deux balles qui se repoussent en vertu de leur électricité négative. Nous pouvous considérer chaque balle, comme composée de deux matieres, dont l'une auroit ses parties dans l'état naturel, & l'autre auroit les siennes évacuées de fluide. Or, c'est en vertu de la portion de matiere évacuée, que les deux balles se repoussent. Imaginons maintenant que dans l'une des balles cette portion passe à l'état naturel, en vertu d'un accroissement déterminé de fluide; cet accroissement fera équilibre à la répulsion qu'exerçoit la même portion de matiere propre; en sorte que la balle n'aura plus aucune action sur l'autre (22). Concevons enfin, que cette portion de matiere propre soit supprimée, & que le fluide qu'elle renfermoit se distribue dans la portion qui reste. La balle passera à l'état positif, & son attraction sur l'autre balle, s'exerçant en vertu d'une quantité de fluide proportionnelle à la partie de matiere propre, qui exerçoit d'abord une force répulsive, l'attraction sera elle-même proportionnelle à cette force. Or, le même raisonnement s'appliquant à chacun des cas particuliers dans lesquels peuvent se trouver les deux balles, il en résulte que les attractions

varient dans le rapport des répulsions, & qu'elles suivent la même loi.

IV. *Application de la Théorie aux attractions & répulsions électriques.*

Nous avons exposé, dans le second article, les principes généraux qui peuvent servir à expliquer les attractions & répulsions électriques; mais il est nécessaire d'entrer dans un plus grand détail, pour appliquer ces principes aux divers cas particuliers que présente l'observation des phénomenes dont il s'agit. On jugera, par la comparaison qui en résultera, avec la maniere dont les mêmes faits ont été expliqués par d'autres Savans, combien la Théorie de M. Æpinus a répandu de jour sur cet objet, l'un des plus curieux & des plus intéressans, qui ait occupé les Physiciens électrisans.

41. Concevons un corps A (*fig.* 7) électrisé positivement, & voisin d'un autre corps B, qui soit dans l'état naturel, & dans lequel la matiere électrique puisse se mouvoir facilement. D'après ce qui a été dit (6), le fluide de A repousse celui de B avec l'excès de sa force, en sorte que les parties voisines de CD sont refoulées vers EF; & après un instant, le corps B se trouve électrisé en moins par sa partie antérieure CG, &

en plus, par sa partie postérieure GE.

On juge aisément que la répartition du fluide doit se faire inégalement dans toute la masse du corps B ; en sorte que si l'on conçoit le fluide, comme divisé en un grand nombre de tranches verticales depuis CD, jusqu'en EF, le fluide, renfermé dans l'une quelconque de ces tranches, sera en général plus rare, dans un certain rapport, que celui de la tranche ultérieure, & plus dense que celui de la tranche située en-deçà, sur laquelle le fluide de A agit plus fortement, à raison d'une moindre distance.

Or, que lque soit le rapport suivant lequel varient les densités des différentes tranches, si l'on suppose le corps CE divisé en deux parties quelconques CGHD, GEFH, la quantité de fluide naturelle, perdue par la partie CGHD, sera toujours égale à la quantité acquise par l'autre partie GEFH. Maintenant on conçoit que la ligne de division GH, peut être placée à telle distance, que l'action du corps A sur le corps B, soit la même que si ce corps étoit composé de deux parties déterminées CG, GE, dans chacune desquelles le fluide seroit uniformément répandu. Substituons par la pensée ce second corps au premier, & concevons, pour plus de simplicité, que l'action de A soit telle qu'elle exige que la ligne GH soit placée au milieu de la

diſtance entre les extrêmités C, E. Il eſt clair d'abord (16), que la partie GE, ſe trouvant à une plus grande diſtance du corps A, que la partie CG, celle-ci ſera plus attirée que l'autre ne ſera repouſſée, d'où il ſuit, que, comme les deux parties ne peuvent ſe quitter, le corps entier B ſera attiré, & aura un mouvement progreſſif vers le corps A.

42. A meſure que le corps B s'approchera de A, l'effet de la force attractive de celui-ci augmentera; en ſorte que le mouvement du corps B s'accélérera continuellement. Pour le concevoir, ſoit une ligne *ac* (*fig.* 8), diviſée en un certain nombre de parties égales *ab'*, *b'c'*, *c'e*, &c. ſuppoſons que le centre du corps A (*fig.* 7), ſoit en *a* (*fig.* 8), & que dans le corps B, le centre de la partie CG ſoit en *b*, & le centre de la partie GE en *c*. (J'emploie ici, pour plus grande facilité, les centres, comme termes de comparaiſon.) La diſtance du centre de A, à chacun des deux autres centres, ſera donc ſucceſſivement comme *ab* eſt à *ac*, c'eſt-à-dire, comme 4 eſt à 5: l'attraction ſera à la répulſion, toutes choſes égales d'ailleurs (39), comme 25 eſt à 16. Concevons maintenant que CE ſe ſoit rapproché de A, de maniere que les centres de ſes deux parties ſe trouvent en *b'* & en *c'*, les diſtances des centres ſeront alors

comme

comme ab' eſt à ac', c'eſt-à-dire, comme 1 eſt à 2. L'attraction ſera à la répulſion, toutes choſes égales d'ailleurs, comme 4 eſt à 1. Or, dans le premier cas, elle étoit à la répulſion, comme 25 eſt à 16; mais il eſt aiſé de juger, d'après la ſeule inſpection des rapports que nous venons de conſidérer, qu'à meſure que le corps B ſe rapproche de A, la diſtance de ſa partie CG à ce même corps A, ſe trouvant relativement plus diminuée que celle de ſa partie GE, l'attraction de A ſur CG l'emporte elle-même d'autant plus ſur la répulſion par rapport à GE; donc la vîteſſe de CE s'accroît, en même-temps que la diſtance diminue entre les deux corps.

D'ailleurs, pendant le mouvement progreſſif de B vers A, le fluide de B ſe trouve refoulé avec une nouvelle force vers l'extrêmité EF, à raiſon d'une moindre diſtance entre les deux corps, ce qui augmente encore l'attraction de A, &, par une ſuite néceſſaire, la vîteſſe de B.

43. Au moment où les deux corps ſe toucheront, le fluide de A n'étant plus retenu par l'air environnant, à l'endroit du contact, paſſera en partie dans le corps CE; en ſorte que tout le fluide renfermé dans les deux corps, tendra à s'y répandre uniformément, comme

s'ils n'en faisoient plus qu'un ; & puisqu'il y avoit excès de fluide dans le corps A, il est clair que les deux corps se trouveront électrisés positivement, de maniere qu'ils se repousseront (23), & que le corps CE s'écartera aussi-tôt du corps A.

44. Il est facile, d'après ces principes, d'expliquer les effets du carillon électrique ; soit E (*fig.* 9), le timbre, qui communique avec le conducteur par le moyen d'une chaîne LA ; G, l'autre timbre suspendu à un fil de soie NB, & par conséquent isolé à l'égard du conducteur, en même-temps qu'il communique avec des corps voisins an-électriques, par l'intermede d'une chaîne H. Soit D le battant suspendu à un fil de soie entre les deux timbres. Au moment où l'on charge le conducteur, le fluide électrique qui passe par le point de suspension C de la verge AB, se répand par excès dans le timbre E, qui se trouve électrisé positivement. A l'instant le battant D, attiré par le timbre E (42), va le frapper, & aussi-tôt est repoussé, pour la raison que nous avons dite plus haut (43). Il tendra donc, en vertu de cette répulsion, à s'approcher du timbre G : il y est de plus sollicité, à raison de son électricité positive (41). Enfin, le mouvement oscillatoire seconde encore cet effet ; mais aussi-tôt que le battant D aura touché le timbre G, il lui communiquera

son fluide, qui se perdra à travers la chaîne H; & alors le battant D, qui, en vertu du seul mouvement d'oscillation, se seroit rapproché du timbre E, se trouvera encore attiré vers ce timbre, par l'action du fluide électrique; en sorte que les mêmes causes recommençant à agir, comme la premiere fois, le battant ira frapper alternativement les deux timbres, tant que le timbre E conservera son électricité positive.

45. Lorsque l'on approche des corps légers, tels que de petites feuilles de métal battu, d'un corps électrisé positivement, il arrive assez souvent que les unes sont d'abord repoussées, tandis que les autres sont attirées, pour éprouver ensuite une répulsion au point de contact. Cette diversité d'effets que l'on a tant fait valoir en faveur du systême des affluences & effluences, inventé par M. l'Abbé Nollet, s'explique très bien dans les principes de la Théorie de M. Æpinus. Car lorsque l'électricité est un peu forte, il y a toujours quelques jets de fluide électrique, qui s'échappent à travers l'air environnant, & qui électrisent positivement quelques-uns des corps légers voisins, sur-tout ceux qui sont terminés en pointe, & que l'on sait être très-propres par leur figure, à soutirer la matiere électrique. Ces corps doivent donc être repoussés (23), avant d'avoir pu se porter vers le corps prin-

cipal, tandis que celui-ci attire les autres corps légers, qui n'ont conſervé que leur quantité naturelle d'électricité.

46. Si le corps A (*fig.* 7), étoit électriſé négativement, les choſes ſe paſſeroient encore de la même maniere. Alors une portion du fluide naturel, contenu dans le corps B, ſeroit déterminée à paſſer de la partie GE dans la partie CG, & en employant ici un raiſonnement ſemblable à celui que nous avons fait (41), on concevra que le corps CE doit être pareillement attiré vers le corps A, pour être enſuite repouſſé au moment du contact.

47. On peut déduire delà une explication ſimple de l'électrophore. Soit HN (*fig.* 10), la plaque de matiere réſineuſe, GD la plaque de métal, que l'on applique ſur la premiere, après que celle-ci a été électriſée en moins, par le frottement, & AC le cylindre de matiere idio-électrique, qui ſert à enlever la plaque GD. Si l'on ſe contentoit de poſer la plaque GD ſur GN, ſans appliquer le doigt ſur le métal, le fluide naturel, renfermé dans GD, paſſeroit en partie des tranches ſupérieures de ce corps, dans les inférieures, qui ſont voiſines de la plaque réſineuſe. Mais cette plaque n'étant pas de nature à offrir un accès facile à l'Électricité, il n'y auroit qu'une très-petite portion du fluide con-

tenu par excès dans les tranches inférieures du métal, qui pénétreroit la résine, en sorte que quand on auroit enlevé le disque métallique, le fluide qui y seroit renfermé, s'y distribuant uniformément, l'état du disque ne différeroit pas sensiblement de l'état naturel. Concevons maintenant que l'on applique le doigt sur le métal, tandis que celui-ci est en contact avec la résine. L'appareil entier peut être considéré comme un seul corps AD (*fig.* 5), qui auroit ses trois parties AB, BC, CD, dans différens états. Supposons que CD représente la résine, BC la partie positive du disque & AB sa partie négative. Il est clair que l'attraction de AB agissant en sens contraire de celle de DC sur le fluide de BC, le point où une molécule *f* de fluide seroit en équilibre, si la partie AB n'existoit pas, est situé en-deçà du point *f*, vers la partie CD; d'où l'on conclurra, par un raisonnement semblable à celui que nous avons fait (30), que dans tous les points situés de *f* en *b*, & au-delà, l'attraction de CD l'emporte sur la répulsion de BC. On voit par-là que la molécule *b* doit être sollicitée en même-temps par cette attraction, & par celle de la partie AB, qui est dans l'état négatif, à pénétrer dans cette même partie. Or, le doigt appliqué sur le disque métallique GD, étant du genre des corps où le fluide se meut librement,

on conçoit qu'une partie du fluide qui y est renfermé doit passer dans le disque qui acquerra ainsi une électricité positive très-sensible ; en sorte que si on l'enleve de dessus la résine, il donnera de fortes étincelles, comme cela arrive toujours, lorsque le temps est favorable à l'électricité.

Nous devons observer ici, que c'est M. Æpinus qui, le premier, a employé un appareil construit sur le même plan que l'Electrophore. Ce Savant fit faire une coupe de métal, qu'il isola par le moyen d'un support de verre ; il remplit ensuite cette coupe de soufre fondu, qui, par le réfroidissement, dut se trouver électrisé, comme nous le dirons dans la suite. A l'aide d'un manche adapté au soufre, M. Æpinus étoit le maître de le séparer d'avec la coupe de métal, ou de les tenir l'un & l'autre en contact immédiat. Il employoit ces deux corps pour produire des résultats semblables à ceux que donnent les deux lames de verre décrites ci-dessus (33). On voit, par cet exposé, combien il restoit peu à faire, pour arriver de cet appareil à l'électrophore. (Voyez le *Tentamen Theoriæ Electricitatis & Magnetismi*, &c. pag. 66)

48. On connoît un électrometre très-sensible, dont l'invention est due à M. Cavallo, célebre Physicien, & qui consiste en deux balles de

moële de fureau *c*, *d* (*fig.* 11), fuſpendues par le moyen de deux cheveux à une boule de cuivre A, qui eſt fixée à l'ouverture d'une eſpece de flacon de verre ABG. Si l'on électriſe par frottement un bâton de cire d'Eſpagne, & qu'on l'approche enſuite de la boule A, on verra les deux balles *c*, *d*, s'écarter l'une de l'autre. La raiſon de cet effet eſt, qu'une portion du fluide électrique renfermé dans l'enſemble des corps A, *c*, *d*, étant attirée par la Cire qui eſt dans l'état négatif, vers la partie ſupérieure de la boule A, les deux petites balles ſe trouvent électriſées elles-mêmes négativement, & doivent ſe repouſſer (25). Si l'on retire le bâton de Cire, les deux balles ſe rapprocheront, parce que l'appareil, dans lequel le fluide ſe répandra auſſi-tôt uniformément, retournera vers l'état naturel (17).

Suppoſons maintenant, qu'en même-temps que l'on préſente la Cire à une petite diſtance de la boule A, on poſe le doigt ſur cette même boule; alors, par une cauſe ſemblable à celle que nous avons indiquée, en parlant de l'électrophore (47), une partie de la matiere électrique renfermée dans le doigt coulera dans l'appareil A*cd*, qui ſe trouvera électriſé en plus. Si l'on retire d'abord le doigt, & enſuite le bâton de Cire, on verra les deux balles *c*, *d*, s'écarter l'une de l'autre,

comme cela arrive à deux corps électrisés positivement (23). Chaque fois que l'on approchera de nouveau le bâton de Cire d'Espagne de la boule A, une partie du fluide des deux balles étant déterminée à passer dans le corps A, les balles se rapprocheront. Mais cette expérience exige des précautions. Car si pendant le mouvement de la Cire vers la boule A, les deux petites balles parviennent au point de contact, & que l'on continue de l'approcher, son attraction pourra être si forte, que les balles perdent même une portion de leur fluide naturel, & alors elles s'écarteront. La Cire dans ce cas paroîtra faire la fonction d'un corps électrisé positivement, & il en résultera une sorte de contradiction dans les effets, qui cependant se concilient parfaitement, comme on le voit, à l'aide des principes de la Théorie.

49. Nous croyons devoir remarquer ici que cette Théorie est la seule qui fournisse une explication satisfaisante de la répulsion qui a lieu entre deux corps électrisés négativement. Les uns ont prétendu que ces corps s'éloignoient l'un de l'autre, parce qu'ils étoient attirés par le fluide plus dense renfermé, ou dans l'air environnant, ou dans d'autres corps voisins. Mais comme les deux corps sont environnés d'air de toutes parts,

& qu'il peut aussi se trouver des corps voisins tout autour d'eux, & cela dans différentes positions & à des distances différentes, on ne voit pas comment le fluide plus dense de l'air, ou des corps environnans, attireroit toujours les corps électrisés en moins, suivant des directions diamétralement opposées. D'autres ont dit que les deux corps dans l'état négatif attirant nécessairement une partie du fluide des corps environnans, & ce fluide ne pouvant s'y introduire qu'avec peine, à cause de la résistance qu'il trouvoit de la part de l'air que l'on supposoit condensé à la surface des corps électrisés, il formoit une atmosphere électrique autour de chacun de ces corps, & que c'étoit en vertu de cette atmosphere que les deux corps se repoussoient mutuellement. On voit que cette explication porte sur une condensation de l'air, que l'on suppose gratuitement sans la prouver.

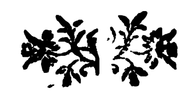
50. On peut juger néanmoins, par tout ce qui a été dit, que les attractions & répulsions dépendent en grande partie de la résistance de l'air, qui maintient les corps électrisés dans leur état positif ou négatif, & retarde leur retour à l'état naturel (8). Aussi, ces effets n'ont-ils presque plus lieu sous un récipient purgé d'air, & on peut présumer que s'il étoit possible de

ſe procurer un vuide parfait, on n'y obſerveroit plus ni attractions, ni répulſions, entre les corps an-électriques.

51. Nous ajouterons ici un mot au ſujet des atmoſpheres électriques, admiſes par la plus grande partie des Phyſiciens. Dans la théorie de M. Æpinus, l'électricité a une ſphere d'activité, qui s'étend autour des corps à une certaine diſtance. Mais ces corps n'ont point proprement d'atmoſphere formée par un fluide électrique ambiant, à moins qu'on n'entende par ce mot le fluide aërien, qui entoure ces corps, & qui eſt toujours électriſé juſqu'à un certain point, ſoit poſitivement, ſoit négativement. Mais cet air n'influe pas ſenſiblement dans les phénomenes électriques, en ſorte que ſi, par le moyen d'un ſouflet, on parvenoit à le renouveller ſans ceſſe, les phénomenes ne laiſſeroient pas d'avoir lieu, comme dans un air tranquille.

On objectera que quand on préſente le dos de la main à une petite diſtance d'un corps électriſé, on reſſent une eſpece de chatouillement ſemblable à celui que produiroient les fils d'une toile d'araignée ; ce qui paroît ſuppoſer l'exiſtence d'une véritable atmoſphere électrique. On répond que cette ſenſation eſt occaſionnée, non par le contact d'une atmoſphere, mais par le

mouvement qu'imprime au fluide naturel répandu ſur la ſurface de la main, l'action du fluide contenu dans le corps électriſé. Car ſi la ſenſation, dont il s'agit, provenoit d'une atmoſphere; un homme qui, placé ſur un ſupport à iſoler, communiqueroit avec un conducteur électriſé, devroit reſſentir une légere impreſſion, lorſqu'il préſente le dos de la main au conducteur. Cependant l'expérience montre que l'on n'éprouve alors aucune ſenſation particuliere, ce qui vient de ce que le fluide étant en équilibre dans le corps de l'Obſervateur & dans le conducteur de la machine, ſes différentes parties n'ont aucune action l'une ſur l'autre. Quant à l'odeur que le fluide électrique répand dans certaines circonſtances, comme cette odeur ne ſe fait jamais ſentir que quand le fluide ſort réellement d'un corps électriſé, par quelque partie anguleuſe; il eſt clair qu'elle dépend de la tranſmiſſion du fluide d'un corps dans un autre, & non pas d'une atmoſphere, qui circuleroit autour du premier de ces corps.



V. Des changemens que l'action des causes extérieures peut apporter dans les attractions & répulsions électriques.

52. Nous avons supposé jusqu'ici que les corps qui se repoussoient mutuellement, restoient abondonnés à eux-mêmes & à l'action du fluide électrique, qu'ils renfermoient, au moment où ils ont commencé à exercer leur force l'un sur l'autre, sans qu'aucune cause extérieure intervint, soit pour changer leurs distances respectives, soit pour augmenter ou diminuer la quantité de leur fluide électrique. Et en effet, tant que cette condition aura lieu, les choses se passeront, comme nous l'avons exposé, c'est-à-dire, qu'il arrivera toujours que deux corps, dont les électricitésseront homogenes, se repousseront mutuellement.

Mais si, dans le moment auquel ces deux corps se repoussent, on suppose qu'une cause extérieure agisse sur tous les deux, ou seulement sur l'un des deux, pour le rapprocher de l'autre; ou bien, ce qui revient au même, si l'on conçoit que, dans le même tems, l'un des deux corps soit électrisé de nouveau, de maniere qu'il

reçoive un ſurcroît de fluide électrique, ou perde une partie de celui qu'il renfermoit, les changemens d'état qui en reſulteront, par rapport aux corps dont il s'agit, pourront donner lieu à des phénomenes ſinguliers, qui, au premier coup-d'œil, paroîtront contraires à l'analogie des opérations de la nature; mais dont l'explication ſuit naturellement des principes établis par M. Æpinus, & imprime, en quelque ſorte, à ſa théorie un nouveau caractere de certitude.

Quant aux phénomenes produits par deux corps électriſés originairement, l'un en plus & l'autre en moins, nous verrons plus bas qu'ils ne ſont ſuſceptibles d'aucune variation, c'eſt-à dire, que ces corps s'attireront mutuellement à toutes les diſtances.

53. Concevons d'abord deux corps C, G, (*fig. 4.*) électriſés poſitivement, & ſuppoſons que tandis qu'ils s'écartent l'un de l'autre, une cauſe extérieure agiſſe pour rapprocher le corps G du corps C. La force répulſive du fluide de C refoulera une portion du fluide contenu dans FG, & la fera paſſer dans l'autre partie GH. Pareillement la force répulſive du fluide de G, agira ſur le fluide de C, pour faire paſſer une portion de ce fluide, de la partie BC, dans la partie CD.

Or, il pourra arriver qu'il y ait un point

où la partie CB, par exemple, ait perdu une telle quantité de ſon fluide, en paſſant à l'état négatif, que l'effet de la force attractive de cette partie ſur le corps G, compenſe exactement l'effet de la force répulſive de la partie CD. Alors les deux corps reſteront immobiles, & ſi la même cauſe extérieure continue de pouſſer G vers C, les deux corps s'attireront réciproquement.

Si, au lieu d'approcher G de C, on augmente ſon électricité, comme on en eſt bien le maître, puiſque cette augmentation eſt encore plus favorable à l'hypotheſe préſente, qui exige que la totalité du fluide de chacun des deux corps ſoit au-deſſus de ſa quantité naturelle; le refoulement du fluide, augmentant à proportion dans le corps C, le même effet aura lieu, & il pourra arriver que les deux corps ou reſtent immobiles, ou s'attirent, dans le cas d'une plus forte électricité de la part du corps G.

Ces phénomenes paroiſſent d'abord offrir des eſpeces de paradoxes, en ce qu'on y voit la force répulſive des deux corps, qui ſembleroit devoir s'accroître à meſure que la diſtance diminue entre ces corps, devenir d'abord nulle, & enſuite ſe changer en une force oppoſée, qui produit des attractions. Mais on voit en même tems combien ces phénomenes s'accordent heu-

reusement avec les principes de la théorie, & avec les loix auxquelles sont soumises les opérations de la nature.

M. Æpinus indique un moyen simple, pour mettre ce cas en expérience. Suspendez à un fil de soie une petite balle de liége, & placez auprès de cette balle, un cylindre de métal isolé; en sorte que le fil de soie étant dans une direction verticale, la balle touche presque le cylindre de métal. Attachez ensuite à cette balle un second fil de soie, que vous ferez passer dans un crochet, de maniere que vous puissiez rapprocher à volonté la balle, du cylindre de métal, lorsqu'elle s'en sera écartée. Enfin, faites communiquer ce cylindre avec un long fil de fer pareillement isolé. Les choses étant dans cet état, électrisez par frottement un tube de verre. Touchez ensuite successivement, avec ce tube, la balle de liége, & le fil de fer dont on a parlé; bientôt la balle repoussée par le conducteur s'en écartera. Tirez alors le second fil de soie, pour la ramener vers ce conducteur, &, lorsqu'elle n'en sera plus éloignée que de trois ou quatre lignes, vous verrez la répulsion se changer tout-à-coup en attraction, & le fil de suspension se porter de lui-même vers le conducteur.

On peut varier cette expérience de la maniere

ſuivante. Après avoir aſſujetti le fil de ſoie qui ſert à tirer la balle de liége, en lui faiſant faire pluſieurs révolutions autour du crochet ; en ſorte que la balle ne puiſſe s'écarter du cylindre de métal, que d'environ deux lignes, électriſez l'appareil, mais d'abord foiblement. La balle ſera repouſſée par le conducteur, & s'en écartera autant que le permettra le fil qui eſt fixé au crochet. Communiquez alors au conducteur une électricité beaucoup plus forte, & à l'inſtant l'attraction ſuccédera à la répulſion, comme dans le premier cas.

54. Si les deux corps G & C étoient d'abord électriſés négativement, les réſultats ſeront ſemblables, quoique produits par des cauſes contraires. Alors, tandis qu'on approchera les deux corps l'un de l'autre, une partie du fluide de C ſera attirée de DC en CB, & une partie de celui de G paſſera de GH en FG. Or, à meſure que les deux corps deviendront plus voiſins, les parties FG, BC, continuant d'acquérir de nouveau fluide, il pourra arriver, qu'à une certaine diſtance, l'excès du fluide de CB, par exemple, ſur celui de DC ſoit tel, que l'effet de la répulſion de DC, ſur le corps G, ſoit balancé par l'attraction de BC, & alors les deux corps reſteront immobiles. Si l'on continue d'approcher

d'approcher G de C, il y aura attraction entre les deux corps.

La même attraction agira encore, si, au lieu de faire mouvoir G vers C, on diminue le fluide de la partie FG, auquel cas l'attraction de cette partie faisant passer de nouveau fluide de CD en BC; il en résultera un surcroit de force attractive entre les deux corps. Rien ne gêne, par rapport à la diminution du fluide de FG, puisque la quantité totale du fluide de G, différera encore plus de la quantité naturelle, que dans le premier instant.

55. Il ne nous reste plus qu'à rechercher ce qui doit arriver, lorsque l'un de deux corps, tel que C, est dans l'état positif, & l'autre corps G dans l'état négatif; nous avons vu (25), qu'alors les deux corps s'attiroient mutuellement & s'approchoient l'un de l'autre. Il s'agit de savoir maintenant, si, dans la supposition où tandis que ces corps s'approcheroient, leur état vint à éprouver des changemens, il seroit possible, qu'à une certaine distance, ils restassent immobiles, ou commençassent à se repousser.

Observons d'abord qu'en vertu de la force répulsive du fluide de C, une portion de celui qui est contenu dans FG, passera dans GH. D'un autre côté, l'attraction de G forcera une

portion du fluide de DC de passer dans BC. Donc, quel que soit l'état des deux corps, la partie BC du corps C sera toujours électrisée en plus, & la partie FG du corps G toujours électrisée en moins. Cela posé, il peut y avoir quatre cas différens.

Le premier est celui où les deux parties du corps C seroient dans l'état positif, & les deux parties du corps G dans l'état négatif. Dans ce cas, il est évident que le premier corps étant tout entier positif, & le second tout entier négatif, les deux corps s'attireront (25), à quelqu'endroit de leur Sphere d'activité qu'on les suppose placés.

56. Le second cas est celui où les deux parties du corps C étant toujours dans l'état positif, & la partie FG, du corps G, dans l'état négatif, l'autre partie GH, du même corps, seroit dans l'état positif. Remarquons que si le corps G eût été d'abord dans l'état naturel, & qu'une partie de son fluide eût passé de FG dans GH, ce corps eût agi comme un corps électrisé en moins, sur le corps C, placé à une distance quelconque; car, dans ce cas, la force répulsive de GH, qui auroit été capable par elle-même de faire équilibre à la force attractive de FG, (16), eût agi plus foiblement sur le corps C, à raison d'une plus grande distance. A plus forte raison, la force attractive de FG l'emportera-

t-elle dans l'hypothese présente, où cette même partie est encore plus évacuée de fluide que dans le cas cité, puisqu'on suppose que la totalité du fluide de G est moindre que la quantité naturelle. Donc, à quelque distance que se trouvent les deux corps, G agissant comme s'il étoit électrisé négativement, & C étant tout entier positif, il y aura attraction entre les deux corps (24).

57. Passons au troisieme cas, dans lequel DC seroit électrisé en moins, BC électrisé en plus, & les deux parties FG, GH, du corps G, électrisées en moins. Par un raisonnement semblable à celui que nous avons fait pour le second cas (56), il sera facile de concevoir que C agira à toutes les distances, comme s'il étoit dans l'état positif; donc, le corps G étant dans l'etat négatif, les deux corps s'attireront réciproquement dans tous les points de leur sphere d'activité.

58. Reste le quatrieme cas, qui est celui où CD, FG seroient dans l'état négatif, & BC, GH dans l'état positif. Or dans ce cas, comme dans le précédent, les deux corps s'attireront à quelque distance qu'on les suppose l'un de l'autre (a).

(a) Je suis obligé de m'écarter ici du sentiment de M. Æpinus. Ce savant pense que la question relative

Pour le démontrer, remarquons d'abord que le corps C est dans le cas d'un corps électrisé positivement, à l'égard d'un autre corps G placé à la droite de l'extrêmité B; supposons maintenant que le corps G, considéré dans sa totalité, n'ait que sa quantité naturelle d'électricité. Dans ce cas, si l'on imagine, pour un instant, que les deux parties FG, GH, se pénétrent, de maniere que leurs actions sur le corps G s'exercent à la même distance de ce corps, ces actions étant égales & contraires (16), leur somme sera zéro.

59. Les choses étant toujours dans cet état,

---

au cas présent qui est celui du n°. 138 de sa théorie, p. 139, ne peut être résolue, qu'autant qu'on connoîtroit la loi suivant laquelle agit le fluide électrique, à raison des distances; & il essaye de le prouver par la considération de la formule générale, qui représente les actions que les deux corps exercent l'un sur l'autre. Cette formule renferme quatre quantités, dont les trois premieres sont toujours positives; reste à savoir, selon M. Æpinus, si la quatrieme quantité ne peut pas devenir négative, ce qui exige que l'on connoisse la loi que suit l'action du fluide, eu égard à la distance. 1°. Ce raisonnement n'est pas exact, puisqu'il faudroit, pour que la formule exprimât une force répulsive, qu'elle devînt négative; or il ne suffit pas pour cela que la quatrieme quantité soit simplement négative; il faut encore qu'elle surpasse la somme

concevons maintenant que la relation des quantités de fluide des deux parties FG, GH, se trouve ramenée à l'hypothese présente, qui exige qne le corps G, considéré dans sa totalité, ait moins que sa quantité naturelle de fluide. Dans ce cas, il faut concevoir une nouvelle portion de ce fluide, soustraite de la partie FG, & qui n'ait point passé dans la partie GH. Or, en vertu de cette diminution, la force attractive de FG, sur le corps C, se trouvera augmentée; donc elle prévaudra sur la répulsion de la partie GH, & les deux corps se porteront l'un vers l'autre. À plus forte raison, le même effet continuera-t-il d'avoir lieu, si la partie GH, dont la force est ré-

---

des trois autres quantités qui sont positives. Mais 2°. j'ai trouvé, à l'aide d'un calcul simple, qu'il y avoit nécessairement attraction entre les deux corps, tant que la partie GH du corps G, étoit à une plus grande distance du corps C, que la partie FG, ce qui a toujours lieu. La même chose se trouve prouvée, ce me semble, d'une maniere claire & à l'abri de toute équivoque par le raisonnement que j'ai employé. Ce qui paroît avoir trompé M. Æpinus, c'est que sa formule, dans l'état où il la présente, laisse effectivement la question indéterminée, & n'exprime point les conditions du problême de maniere à fournir une solution directe; ensorte qu'il est nécessaire d'y en substituer une autre, pour parvenir à cette solution.

pulsive, se trouve placée, comme le représente la figure, c'est-à-dire, à une plus grande distance du corps C, que la partie FG, qui exerce une force attractive. Et comme le même raisonnement a lieu relativement à tous les points de la sphere d'activité des deux corps ; il faut en conclure qu'il y aura attraction entr'eux, dans toute l'étendue de cette sphere.

VI. Du pouvoir des pointes.

60. On sait que les corps terminés en pointes soutirent beaucoup plus puissamment la matiere électrique, que les corps mousses ou arrondis. Le même fluide s'échappe aussi beaucoup plus facilement des conducteurs, qui ont des angles ou des parties aiguës, que de ceux qui sont courbes. On a tenté d'expliquer ces phénomenes, en supposant que l'air environnant resistoit moins au passage de la matiere électrique, à l'endroit des pointes, qu'à tout autre endroit d'un corps. Mais on peut deduire de la théorie de M. Æpinus, une autre explication beaucoup plus satisfaisante des mêmes faits.

61. Concevons une pointe *bc* (fig. 13), d'un métal quelconque, placée à une petite distance du

corps A électrisé en plus. Nous avons vu (41) que, dans ce cas, une partie du fluide contenu dans la pointe, seroit refoulée de *b* vers *c*, d'où il suit qu'il y aura défaut de fluide dans la partie antérieure de la pointe, & excès dans la partie postérieure, située vers *c*. Concevons une seconde pointe *de* placée à côté de la premiere. Les molécules du fluide de *de*, situées dans le voisinage de la partie antérieure de la pointe *bc*, qui est électrisée en moins, seront attirées par cette pointe (16). D'ailleurs elles seront repoussées vers l'extrêmité *e*, par le corps A. Mais l'attraction balançant en partie l'effet de cette répulsion, les molécules seront moins refoulées vers *e*, que si la pointe *bc* n'existoit pas. Or, la pointe *de* faisant la même fonction, par rapport à la pointe *bc*, que celle-ci à l'égard de la premiere; les molécules de *bc* seront aussi moins refoulées vers l'extrêmité *c*, que dans le cas où la pointe *bc* eût existé seule. Si donc l'on imagine une multitude de pointes semblables, rangées les unes à côté des autres, il est clair que leurs actions mutuelles s'opposant en partie à la force répulsive du corps A, le nombre des molécules refoulées vers les parties postérieures de cet assemblage de pointes, en sera sensiblement diminué.

62. Remarquons maintenant qu'en vertu du

défaut de fluide des parties antérieures de l'assemblage dont il s'agit, cet assemblage exerce une force attractive sur le fluide des corps environnans, & en particulier sur celui du corps A (41); & que cette force est d'autant plus grande que les parties antérieures des pointes ont perdu une quantité plus considérable de leur fluide naturel. Si donc nous supposons qu'une des pointes dépasse les autres, comme on le voit en *g* (fig. 14), cette pointe se trouvant comme isolée à l'égard des pointes voisines, il sera facile de conclure, du raisonnement que nous avons fait plus haut, que l'attraction de cette même pointe, par rapport au fluide de A, s'accroîtra de maniere que le fluide de A soit soutiré beaucoup plus efficacement que si cette pointe se trouvoit de niveau avec les premieres.

Or, un corps quelconque pouvant être considéré comme un faisceau de petites aiguilles disposées parallélement les unes aux autres, on voit, par ce qui précéde, que si ce corps forme des angles dans quelqu'une de ses parties, ces angles soutireront plus puissamment la matiere électrique, que dans le cas où ce même corps seroit arrondi de toutes parts.

63. On prouvera également qu'un corps terminé en pointe & électrisé positivement, doit

lancer le fluide en plus grande quantité que si ce corps ne formoit aucune saillie. Car alors, à cause de la résistance de l'air, il se fait toujours au point *b* (fig. 13) une condensation du fluide renfermé dans la pointe *bc*, & qui tend à en sortir en vertu de la répulsion mutuelle de ses molécules. Cette portion de fluide condensé exercera donc une force répulsive oblique sur le fluide situé vers *e*, dans la pointe voisine; & comme une partie de cette force agit en sens contraire de celui suivant lequel les molécules tendent à s'échapper, elle s'opposera, jusqu'à un certain point, à la sortie du fluide. Le même raisonnement s'applique à chacune des pointes relativement à celles qui l'environnent; d'où il suit que si une pointe est comme isolée à l'égard des autres, le fluide en sortira plus librement & plus abondamment.

64. Plus la pointe *g* sera déliée, plus elle aura de vertu pour soutirer le fluide électrique; & cet effet est si sensible, qu'une pointe bien aiguisée, présentée à un pied de distance, d'un conducteur fortement chargé, ou même à une distance plus considérable, suffit pour rendre presque nuls les effets de l'électricité de ce conducteur; tandis que la présence d'un corps rond,

placé à la même diſtance, les laiſſe ſubſiſter ſans aucune altération ſenſible.

Pour mieux concevoir la raiſon de cette grande différence, ſuppoſons que *bhnk* (fig. 15) ſoit le corps rond dont il s'agit, & que AB ſoit l'extrêmité du conducteur. Toutes les pointes ſituées ſur l'arc *hbk* ſoutireront l'électricité de AB, en même tems qu'elles agiront les unes ſur les autres pour empêcher une partie de leur électricité propre d'être refoulée vers l'arc oppoſé *rns*. Supprimons maintenant les portions *hbo*, *kbg*, pour ne laiſſer ſubſiſter que la pointe *obg*; d'une part, toutes les pointes ſituées le long de la corde *hk*, continueront de ſoutirer le fluide de AB, & la différence de leurs diſtances au corps AB, comparée à celle des pointes qui étoient ſituées ſur l'arc *hbk*, occaſionnera, à la vérité, une certaine diminution dans la force avec laquelle le fluide de AB eſt ſoutiré. Mais cette diminution ſera compenſée bien au-delà, par la ſituation de la pointe *obg*; celle-ci ſe trouvant alors ſouſtraite aux forces attractives des aiguilles renfermées dans les portions *hbo*, *gbk*, qui toutes contribuoient à maintenir dans cette pointe une partie de ſon fluide naturel; d'où il ſuit que cette pointe ſe trouvant beaucoup plus évacuée que dans le cas

où elle étoit environnée par les autres pointes, ſa force attractive ſe trouvera augmentée d'une maniere très-ſenſible (*a*).

VII. Des étincelles & aigrettes électriques.

65. Nous venons de voir (63) qu'un corps terminé en pointe, & électriſé poſitivement, lançoit avec beaucoup plus de force la matiere électrique, qu'un corps d'une figure ronde. Cette

---

(*a*) Tout le monde connoît la belle application que le célebre Francklin a faite du pouvoir des pointes à l'électricité des nuages par l'invention des paratonerres. La conſtruction de ces appareils, qui ſe ſont fort multipliés, depuis quelques années, demande un Artiſte attentif & intelligent, & perſonne ne nous paroît mériter plus de confiance, relativement à cet objet important, que M. Billiaux, Ingénieur en inſtrumens de Phyſique. Cet Artiſte, entre un grand nombre de paratonerres dont l'exécution a été confiée à ſes ſoins, a placé ceux du Louvre, ſous la direction de M. le Roy, de l'Académie des Sciences; & lorſque cet Académicien fut envoyé à Breſt, par M. le Maréchal de Caſtries, pour en faire placer ſur les édifices de ce port & ſur les vaiſſeaux, il demanda M. Billiaux à ce Miniſtre, comme l'Artiſte le plus en état d'en conduire l'exécution ſous ſes yeux; ce qui lui fut accordé.

force est telle, que, dans le cas d'une électricité ordinaire, elle surmonte, jusqu'à un certain point, la résistance qu'oppose l'air environnant au passage de la matiere électrique; alors celle-ci sort sous la forme d'une espece de cône ou d'aigrette, dont les molécules, poussées les unes sur les autres, se condensent & choquent celles de l'air, qui réagissent contre elles. Ce choc produit deux effets, dont l'un est de faire entendre un léger bruissement, & l'autre d'exciter la lumiere, en sorte que l'aigrette devient brillante dans l'obscurité.

66. Si l'on présente, à une certaine distance de la pointe, le plat de la main, ou quelqu'autre corps situé parallélement à la base de l'aigrette, celle-ci s'allonge & prend un nouvel éclat, parce que le corps, dont nous venons de parler, se trouvant lui-même électrisé négativement par sa partie antérieure (41), exerce sur l'aigrette une force attractive, qui détermine la sortie d'un plus grand nombre de molécules électriques.

67. Supposons maintenant un corps métallique de forme globuleuse ABC (fig. 16) électrisé en plus, & concevons qu'on approche de ce corps, par degrés, un second corps rond *afc* dans l'état naturel & non isolé; independamment de ce second corps, le fluide renfermé

dans ABC, tend à s'échapper, en vertu de la force répulsive mutuelle de ses molécules (6); mais il est maintenu, du moins en très-grande partie, par la résistance de l'air environnant. A mesure que le corps *afc* s'approche du corps ABC, il attire à lui le fluide situé à la surface de ce corps, en sorte que les molécules situées, par exemple, en *d* & en *g*, sont sollicitées vers *afc*, par les directions *df*, *gn*, qui, étant sur les prolongemens des rayons *fo*, *no*, sont les plus courtes distances des points *d*, *g*, à l'arc *anc*. Enfin, la distance entre les deux corps devenant toujours plus petite, il y a un point, où les molécules situées dans la direction *gn*, qui sont les plus attirées de toutes, puisque *gn* est la ligne la plus courte entre les deux arcs AgC, *afc*, surmontent entiérement la résistance de l'air, en sorte qu'elles s'échappent de *g* en *n*; là il se forme une espece de canal, par lequel l'excès de fluide renfermé dans le globe ABC, passe avec une sorte d'explosion, pour se porter vers le globe *afc*, qu'il pénétre; & cette explosion est si rapide, qu'elle est accompagnée d'un bruit éclatant & d'une vive lumiere, que l'on désigne par l'expression d'*étincelle électrique*.

68. Si, à la place du corps gobuleux *afc*, on substitue une pointe *srt* (fig. 17), la force

attractive de cette pointe étant beaucoup plus considérable que celle d'un corps arrondi (62), & le fluide électrique contenu dans ABC, surmontant, dès le premier instant, la résistance de l'air, se portera rapidement des différens points de ce corps, vers le point *r*, par des jets continus, qui suivront des directions convergentes *dr*, *gr*, *&c.* de maniere que ses molécules ne formant que des filets épars, traverseront l'air, sans se condenser, excepté au point *r*, par lequel tous ces filets entrent à-la-fois. Alors, il n'y aura ni étincelle, ni aigrette allongée, mais seulement un point lumineux, ou une espece de petite étoile, que l'on appercevra en *r*, où se fait la condensation.

69. Supposons, au contraire, que le corps ABC soit électrisé négativement, alors la forme globuleuse de ce corps ne laissera à son attraction que l'activité nécessaire pour déterminer le fluide à sortir de la pointe, sous la forme d'une aigrette, ou d'un jet de lumiere. On peut observer les deux effets, qui viennent d'être exposés, en présentant une pointe de métal successivement vis-à-vis du crochet & de la garniture extérieure d'une bouteille de Leyde, chargée à l'ordinaire, & suspendue dans l'air à un cordon de soie; on verra paroître tout à tour, à cette pointe, une étoile & une aigrette, jusqu'à ce

que toutes les petites quantités de fluide, qui passent du crochet de la bouteille dans la pointe, ou qui vont de celle-ci à la surface extérieure de la bouteille, aient rétabli l'équilibre, de maniere que la bouteille se retrouve dans l'état naturel, comme nous l'expliquerons plus amplement par la suite.

M. Le Roy, de l'académie des sciences, a fait une suite d'expériences très-intéressantes sur les aigrettes & les points lumineux que l'on apperçoit aux extrêmités de différentes pointes, faisant partie d'un appareil électrique. On peut consulter sur cet objet les mémoires de l'académie des sciences, année 1753, édition *in*-12, page 671 & suivantes, où l'on verra le parti avantageux que ce savant Physicien a su tirer des phénomenes, dont il s'agit, pour distinguer les cas où l'électricité est positive, d'avec ceux où elle est négative.

70. M. Priestley a observé (histoire de l'électricité, tome III, page 165 & suivantes) qu'il partoit toujours d'une pointe électrisée, soit en plus, soit en moins, un courant d'air, dont la direction étoit très-sensible, lorsqu'on approchoit de cette pointe la flamme d'une bougie; car celle-ci est toujours chassée plus ou moins loin de la pointe. Le savant chimiste Anglois a donné lui-même l'explication de ce fait, sui-

vant les principes de la théorie de M. Francklin ; avec laquelle celle de M. Æpinus s'accorde parfaitement à cet égard. Car, comme la matiere électrique est lancée ou reçue par les pointes, avec beaucoup de facilité & en grande abondance, il arrive nécessairement que l'air voisin d'une pointe électrisée en plus, se charge lui-même d'une quantité de fluide électrique au-dessus de sa quantité naturelle, & que celui qui est auprès d'une pointe dans l'état négatif, passe lui-même à un semblable état, en perdant une portion de son fluide naturel. Les molécules de l'air doivent donc s'écarter de la pointe, dans quelqu'état que soit celle-ci (23, 27) & comme elles sont aussi-tôt remplacées par d'autres molécules, qui sont pareillement repoussées à leur tour, il en résulte un courant qui va de la pointe vers l'endroit opposé à cette pointe.

71. Si une personne placée sur un support à isoler, & mise en communication avec un conducteur électrisé en plus, étend sa main dans une position verticale, & qu'une personne non isolée présente un doigt vis-à-vis de cette main, à la distance de quelques pouces, il s'excite un courant, qui va du doigt de la seconde personne à la main de la premiere, & dont l'impression est très-sensible sur celle-ci ; en même-temps on apperçoit

apperçoit une aigrette, dont le sommet est contigu au doigt de la personne non-isolée.

M. l'Abbé Nollet, qui cite cette expérience; (Leçons de Physiq. expérim. T. VI, pag. 307 & 370), en concluoit qu'il sortoit du doigt non-isolé, un courant de fluide électrique, qui alloit vers la main électrisée, & il attribuoit à ce courant, l'impression semblable à celle d'un souffle, qui se fait sentir sur cette main. Il paroîtroit cependant, d'après les principes exposés plus haut, que le courant devroit se porter de la main électrisée au doigt isolé, avec cette différence, que ce seroit un courant d'air, & non de fluide électrique. Mais il est facile de ramener ce fait aux principes de la Théorie de M. Æpinus, dont il est une suite nécessaire.

Car, en premier lieu, la forme du doigt étant semblable à celle d'une pointe mousse, les filets de la matiere électrique, que ce doigt soutire de la main électrisée, en vertu de leur force attractive, doivent se replier vers l'extrêmité du doigt; & comme ils n'y entrent pas aussi facilement que s'il étoit terminé en pointe aiguë; ils se condensent assez pour qu'il en résulte une aigrette dont le sommet est contigu à celui du doigt. De plus, le fluide électrique se trouvant plus resserré à mesure qu'il approche du doigt, devient plus abondant à proportion, dans un

eſpace donné, d'où il ſuit que la portion d'air qui entoure le doigt, reçoit un excès d'électricité plus conſidérable, que la portion qui occupe un égal eſpace auprès de la main électriſée. La force répulſive mutuelle des molécules électriques, doit donc avoir auſſi plus d'énergie auprès du doigt par lequel entre l'aigrette, d'où il réſulte que le courant d'air doit ſe porter de ce doigt vers la main de la perſonne électriſée.

VIII. De l'expérience de Leyde.

72. Concevons que *abfe* (*fig.* 18), repréſente un ſegment de la lame de verre, qui forme le ventre d'une bouteille de Leyde armée à l'ordinaire, *cogd*, une portion de la matiere métallique appliquée ſur la ſurface intérieure, & *isnk* une portion du métal qui recouvre la ſurface extérieure; que *tx* ſoit une chaîne qui communique avec le conducteur de la machine électrique, & *lm* une autre chaîne, qui tienne à des corps an-électriques, & non-iſolés. Suppoſons que l'on ait excité, par quelques tours de plateau, ou du corps qui en tient lieu, un certain degré d'électricité poſitive dans le conducteur. Une partie du fluide électrique paſſera à travers la chaîne *tx*, pour ſe rendre dans la lame *cogd*, qui ſe trouvera elle-même électriſée en plus; & ſi

l'on imagine que l'air environnant soit très-sec, & que la quantité de fluide additive ne soit pas suffisante pour vaincre sa résistance, cette quantité ne pouvant pénétrer d'ailleurs, qu'avec beaucoup de difficulté, le verre *abfe* (*a*), restera toute entiere, ou presque toute entiere dans la lame *cogd*. Voyons maintenant ce qui doit arriver à la lame extérieure *isnk*. D'abord le fluide renfermé dans *cogd*, exerçant une force répulsive sur les molécules du fluide naturel de *isnk* (41), une partie de ce dernier fluide sera forcée de sortir de la lame *isnk*, & trouvant de la résistance de la part de l'air environnant, tandis que la chaîne *lm* lui offre un libre passage, elle s'échappera à travers cette chaîne, & se perdra dans les corps contigus. A mesure qu'il sortira du fluide de *isnk*, la force répulsive mutuelle des molécules qui y resteront, diminuera, & l'attraction de la matiere propre de *isnk* sur ces molécules s'accroîtra ; en sorte qu'il y aura un point où cette attraction balancera l'effet de la force répulsive du fluide de *cogd*, & à ce terme l'*effluvium* s'arrêtera, & il ne passera plus rien dans la chaîne *lm*. Les molécules situées le long de la ligne *ik*, (& il faut en

(*a*) On a tenté de supprimer le verre, pour y substituer une lame d'air qui a produit le même effet.

dire autant de celles qui ſe trouvent entre cette ligne & la ligne *sn*), ſeront alors dans le cas de la molécule D (*fig.* 1), lorſque les deux actions des parties AB & AC ſur cette molécule, ſe balancent de maniere qu'elle reſte immobile, comme nous l'avons expliqué (11). La lame *cogd* (*fig.* 19), repréſente ici la partie AC (*fig.* 1), & la lame *isnk*, la partie AB.

Mais comme nous avons vu que, dans le cas dont il s'agit, la molécule E éprouvoit encore une répulſion de la part du corps BC (*fig.* 1), de même auſſi, dans le cas repréſenté (*fig.* 18), les molécules du fluide de *cogd*, conſervent une action répulſive mutuelle, qui en obligeroit une partie de ſortir de cette lame, ſans la réſiſtance de l'air environnant.

Si l'on recommence à électriſer le conducteur, la lame *cogd* continuera de ſe charger, & il ſortira de nouvelles molécules de la lame *isnk*, juſqu'à ce que l'équilibre ſoit encore rétabli. Cet effet ſe renouvellera toutes les fois que l'on recommencera l'électriſation. Mais enfin, la force répulſive mutuelle des molécules qui ſeront entrées dans la lame *cogd*, & qui augmente en même-temps que le fluide, s'accumule dans cette lame, deviendra ſi conſidérable, qu'elle vaincra la réſiſtance que lui oppoſe l'air environnant, &, paſſé ce terme, ſi l'on continue d'électriſer le

conducteur, toute la portion de fluide qui excédera la quantité néceſſaire pour balancer la réſiſtance de l'air s'échappant continuellement de la lame *cogd*, cette lame ne pourra plus rien acquérir, tandis que la lame *isnk*, de ſon côté, ceſſera de perdre. C'eſt à cet inſtant que la bouteille ſe trouvera chargée juſqu'au point de ſaturation.

73. Comme le verre n'eſt pas abſolument imperméable à la matiere électrique (2), on conçoit qu'une partie du fluide de *cogd* doit paſſer dans les couches voiſines de *og*, en même-temps qu'une partie de celui qui eſt renfermé dans les couches voiſines de *sn*, paſſe dans la lame *sikn*, pour aller ſe perdre par la chaîne *lm*.

74. Il eſt eſſentiel de remarquer, qu'en vertu de la proximité des deux lames métalliques *cogd*, *sikn*, la premiere de ces lames ſe trouve électriſée beaucoup plus fortement, qu'elle ne l'eût été, ſans la préſence de l'autre lame : car une partie du fluide renfermé par excès dans la lame *cogd*, étant retenue dans cette lame par la force attractive de *sikn* (7), le fluide s'y accumule encore bien au-delà du terme où il eût été en état de vaincre la réſiſtance de l'air, ſi la lame *sikn* n'exiſtoit pas ; ce qui s'accorde avec l'expérience. Il ſuit encore delà que la lame *cogd* doit conſerver beaucoup plus long-temps ſon électricité poſitive, qu'elle ne le feroit dans le cas où la lame *sikn* ſe

trouveroit ſupprimée. Auſſi, lorſqu'on électriſe une bouteille qui n'a point d'armure extérieure, en ſe contentant d'appliquer la main au-dehors, cette bouteille ſe décharge-t-elle beaucoup plus promptement, quand on la laiſſe ſuſpendue au milieu de l'air, que dans le cas où l'on auroit appliqué une lame de métal ſur ſa ſurface extérieure.

75. Concevons maintenant que l'on poſe ſur la ſurface *ik*, l'extrêmité *z* d'un fer recourbé *zqr*, ou de tout autre corps ſemblable & an-électrique. Il n'arrivera rien de nouveau, en vertu de cette ſeule application; puiſque le fluide ſitué le long de *ik*, étant dans l'état d'équilibre (72), il en réſulte que la bouteille ne doit avoir aucune action ſur le fluide renfermé dans le corps *zqr*. Mais ſi l'on applique enſuite l'autre extrêmité *r* de ce corps ſur la ſurface *cd*; comme le fluide renfermé dans *c o g d*, éprouve encore une action répulſive, qui n'eſt détruite que par la réſiſtance de l'air, une portion de ce fluide paſſera auſſi-tôt dans le corps *rq*, où il trouve un libre accès. Mais la lame *cogd* ne peut pas perdre de ſon fluide ſans que la répulſion qu'elle exerce ſur le fluide de *sikn* ne diminue en même-temps, & par conſéquent ſans que la lame *sikn* n'attire elle-même de nouveau fluide; elle exercera donc ſon attraction ſur le corps *zqr*, & ces deux actions ſimultanées, tant celle de la lame

cogd, pour se débarrasser de son excès de fluide, que celle de la lame *sikn*, pour reprendre celui qu'elle a perdu, feront que le retour du fluide, d'une lame à l'autre, s'opérera avec une extrême promptitude. C'est cette espece d'éruption vive & rapide, qui produit la forte étincelle que l'on voit jaillir entre la surface *cd* & l'extrêmité *r* de l'excitateur, lorsqu'on approche celle-ci de *cd*. Et si, au lieu d'employer un corps métallique, la personne qui fait l'expérience se met en contact d'un part avec la surface *ik*, & de l'autre, avec la surface *cd*, ou la chaîne *tx*, on conçoit que cette personne doit ressentir alors une violente secousse aux parties du corps qui se trouvent dans la direction du courant, comme l'éprouvent tous ceux qui font cette expérience.

76. On conclura aisément des principes de la Théorie que nous exposons ici, que les mêmes effets auroient lieu, dans le cas où la lame *cogd* seroit électrisée en moins, au lieu de l'être en plus. Alors la lame *sikn* s'électriseroit positivement, & le retour du fluide électrique se feroit avec la même rapidité que dans l'exemple précédent; mais en sens contraire, c'est-à-dire, en allant de *ik* vers *cd*.

77. Plus la bouteille sera mince, & plus, toutes choses égales d'ailleurs, elle s'électrisera fortement. Car, d'une part, la force répulsive du

fluide de *cogd*, par rapport à celui de *sikn*, agira avec plus d'énergie, à raiſon d'une moindre diſtance entre les deux lames. D'une autre part, la lame *sikn* ſe trouvant plus évacuée, ſon fluide repouſſera d'autant moins celui de *cogd*, ou, ſi on l'aime mieux, ſa matiere propre attirera d'autant plus le même fluide; d'où il ſuit que l'électricité poſitive d'une part, & l'électricité négative, de l'autre, ſeront plus conſidérables que dans le cas où le verre *abfe* auroit eu plus d'épaiſſeur.

78. Une bouteille ſuſpendue à un conducteur au milieu d'un air très-ſec, ne peut s'électriſer que très-foiblement: car alors le fluide ne pouvant paſſer dans l'air environnant, ſi ce n'eſt en très-petite quantité, l'effet de la répulſion du fluide de *cogd* ſur celui de *sikn*, ſe bornera à refouler une partie de ce dernier fluide vers *ik*, & à en faire paſſer quelques molécules dans l'air voiſin. Mais ces effets étant très-limités, il n'en réſultera qu'une foible électricité négative dans la partie de la lame *sikn* ſituée vers *sn*; d'où il ſuit que la force répulſive du fluide de cette lame, à l'égard du fluide de *cogd*, n'ayant ſubi qu'une légere diminution, ne permettra à *cogd* de ſe charger que d'une petite quantité de fluide additif; après quoi, ſi l'on continue d'électriſer le conducteur, tout le fluide excédant s'échappera à travers l'air voiſin de *cd*. Il n'eſt donc pas

rigoureusement vrai, comme le disent les partisans de la Théorie de M. Francklin, que la bouteille ne se chargeroit nullement dans un air très-sec. Effectivement, si l'on essaie de décharger une pareille bouteille, à l'aide d'un excitateur, on tirera de la partie *cd*, ou de toute autre partie en communication avec elle, une étincelle qui, quoique foible, le sera moins cependant, que si la surface intérieure n'avoit de fluide électrique que ce qu'elle auroit reçu, indépendamment de la lame *sikn*.

79. Une bouteille chargée, suspendue sous un récipient que l'on purge d'air, se décharge à mesure que l'on fait le vuide. Si cette expérience est faite dans l'obscurité, on voit une multitude de jets lumineux qui sortent du crochet de la bouteille, & se replient vers sa partie extérieure. La raison de ce phénomene est sensible d'après ce qui a été dit ci-dessus. Car la matiere électrique n'étant plus retenue, dans l'armure intérieure, par la résistance de l'air, s'échappe à travers le crochet, pour se rendre à la surface extérieure, qui exerce sur elle une force attractive; en sorte que les deux surfaces reviennent peu-à-peu à l'état naturel, celle qui est électrisée en plus, transmettant successivement tout son excès de fluide à celle qui est dans l'état négatif. Cette belle expérience a été imaginée par

M. de Parcieux, neveu du célébre Académicien de ce nom, & connu par ſes talens pour la Phyſique expérimentale.

80. Il ſuit encore delà, qu'une bouteille ne peut ſe charger, du moins que très-foiblement, dans le vuide, lors même que ſa ſurface extérieure eſt en communication avec des corps an-électriques. Car, en purgeant d'air le récipient, on ſupprime un puiſſant obſtacle, qui eût maintenu, dans l'armure intérieure, l'excès de fluide électrique fourni par le conducteur; en ſorte qu'il ne faut à cette armure qu'un léger degré d'électricité poſitive, pour qu'elle parvienne à ſon point de ſaturation.

81. Si l'on ſuſpend à un cordon de ſoie, au milieu d'un air ſec, une bouteille de Leyde, après l'avoir chargée, & qu'on approche le doigt de ſa ſurface extérieure, il n'en ſortira aucune étincelle, quoique cette ſurface ſoit électriſée négativement, ce qui doit arriver, d'après les principes établis ci-deſſus (72), puiſque les actions des deux ſurfaces ſur le fluide extérieur, ſe balancent tellement, que ce fluide eſt autant attiré que repouſſé, & qu'il doit par-là reſter immobile le long de la ſurface *ik* (*fig.* 29). Mais ſi l'on approche le même doigt du crochet qui eſt en communication ave la ſurface intérieure, on en tirera une petite étincelle, parce que,

comme nous l'avons dit, la bouteille exerçant encore une partie de sa force répulsive sur le fluide de la surface extérieure, qui n'y est retenu que par l'air environnant, l'attraction du doigt, qui ajoute à cette force répulsive, doit déterminer une portion du fluide dont il s'agit, à s'échapper au-dehors. Alors la surface intérieure ayant perdu de son fluide électrique, sa force répulsive, à l'égard de la surface extérieure, se trouve diminuée; en sorte que celle-ci sera capable d'attirer une certaine quantité de molécules, & l'attireroit en effet, en la dérobant à l'air environnant, sans la difficulté qu'éprouve le fluide à se mouvoir dans cet air.

Les choses étant donc dans cet état, si l'on approche de nouveau le doigt de la surface extérieure, il sortira une étincelle occasionnée par le fluide, qui se portera du doigt vers cette surface. Alors l'équilibre sera encore rétabli; en sorte qu'on ne pourra plus obtenir d'étincelle, en approchant de nouveau le doigt de la surface extérieure. Mais si on l'approche du crochet, on tirera une nouvelle étincelle; & ainsi successivement, de maniere qu'en portant le doigt tour à tour de l'une à l'autre surface, on déchargera peu à peu entiérement la bouteille.

82. On voit par-là, que la bouteille suspendue & isolée, ne peut commencer à se décharger

ſpontanément, qu'en perdant une partie du fluide de ſa ſurface intérieure, & en la communiquant à l'air, après quoi la ſurface extérieure commencera elle-même à perdre, & ainſi de ſuite, juſqu'à ce que les deux ſurfaces ſoient retournées à leur état naturel. Ce retour ſe fera d'autant plus lentement, que l'air voiſin ſera plus ſec, & l'on a vu quelquefois des bouteilles, ainſi ſuſpendues, donner encore des ſignes ſenſibles d'électricité, au bout de vingt-quatre heures, & même de pluſieurs jours.

IX. De quelques moyens particuliers d'exciter la vertu électrique.

83. L'appareil & le jeu de nos machines électriques, ſont dirigés vers les deux moyens les plus ordinaires d'électriſer les corps, l'un, à l'aide du ſimple frottement; l'autre, par le contact ou la proximité d'un corps qui a déja reçu la vertu électrique. Ces deux moyens ont été pendant long-temps les ſeuls que l'on ait connus. On s'eſt apperçu depuis, que parmi les ſubſtances ſuſceptibles d'être électriſées par frottement, quelques-unes, telles que la Réſine, la Cire d'Eſpagne, le Soufre, &c. donnoient des ſignes d'électricité, lorſqu'on les avoit fait fondre, & qu'elles étoient récemment réfroidies. La Cire

d'Éspagne, en particulier, eſt, en quelque ſorte, ſi ſenſible à l'action de la chaleur, relativement au même effet, qu'il ſuffit de chauffer très-légerement un bâton de cette Cire, & de le préſenter à une petite diſtance d'une aiguille tournante, dont je parlerai plus bas, pour voir cette aiguille ſe mettre en mouvement. La même Cire ſe trouve preſque continuellement électrique, ſans aucune préparation, pour le peu que la température de l'air ſoit chaude & ſéche en même-temps.

84. L'effet de la chaleur, pour ſéconder l'action du fluide électrique, paroît conſiſter dans la dilatation, qui écarte les molécules propres des corps, & facilite par-là le mouvement interne du fluide, pour ſe porter d'une partie de ces corps vers l'autre. Cet effet ne prouve donc aucune analogie directe entre la matiere de la chaleur & la matiere électrique, & il me ſemble qu'en aſſignant des rapports entre ces deux matieres, comme l'ont fait quelques Phyſiciens, on doit diſtinguer les cas où la chaleur entre ſeulement comme moyen auxiliaire dans la production des phénomenes, d'avec ceux où ſa maniere d'agir ſeroit ſemblable à celle du fluide électrique. Parmi les faits relatifs à ce dernier point de comparaiſon, il en eſt un, par exemple, qui eſt très-remarquable. La chaleur, comme

l'on fait, se répand avec beaucoup de facilité dans les corps métalliques, les corps aqueux, &c. au contraire, elle se propage lentement dans les substances vitreuses & résineuses. L'émailleur tient impunément une des extrémités du même tube de verre, dont l'autre extrémité entre en fusion, par l'activité de la flamme où elle est plongée. La Cire à cacheter n'excite aucune impression de chaleur sensible sur la main qui la tient, même à une petite distance de l'extrêmité par laquelle on l'allume, pour en faire usage. De même, le fluide électrique se propage en un instant d'une extrêmité à l'autre des métaux & de l'eau. Quant au verre & aux corps résineux, on peut bien les électriser aussi jusqu'à un certain point, par communication. Mais il faut pour cela, exposer successivement toutes les parties de leur surface à l'action immédiate d'un corps déja électrisé; & pour leur faire perdre en peu de temps leur vertu, il faut les appliquer à la fois par toute leur surface sur celle d'un corps anélectrique; en sorte que si l'on se contente de les toucher par intervalles avec le doigt, il n'y a que la partie que l'on touche qui se décharge. Cet effet est une suite de la difficulté qu'éprouve le fluide électrique à se mouvoir dans les pores des substances vitreuses & résineuses, ce qui indique, comme je l'ai remarqué, entre ce fluide

& la matiere de la chaleur, une analogie toute différente de celle que l'on prétendroit inférer de l'effet cité plus haut.

86. Parmi les phénomenes de ce dernier genre, il n'en est point qui ait piqué davantage la curiosité des Physiciens, que celui qu'on obtient à l'aide de certaines substances minérales. On a découvert que celles de ces substances, que l'on appelle *Tourmalines*, & qui ont communément une forme allongée & prismatique, s'électrisoient très-sensiblement par la seule chaleur, sans le secours du frottement; en sorte qu'un de leurs côtés étoit dans l'état positif, & le côté opposé dans l'état négatif (*a*). Toutes les pierres qui ont cette propriété sont du même genre, & j'ai reconnu qu'elles avoient la même structure; il en faut excepter les deux pierres gemmes, connues sous les noms de *Topaze* & *Rubis* du Bresil, qui s'électrisent aussi par la chaleur, quoiqu'elles appartiennent à un genre différent de celui des *Tourmalines*. Mais les unes & les autres ont un rapport de structure qui consiste en ce que certaines faces de leurs molécules sont disposées parallélement à l'axe du crystal; en sorte que la pierre a des points de

(*a*) Voyez pour les détails de cette découverte, l'Histoire de l'Électricité de M. Priestley, Tome II, pag. 137 & suivantes.

séparation continus dans ce sens, qui est aussi celui, suivant lequel paroît se mouvoir le fluide, lorsqu'il reflue d'une partie du crystal vers l'autre (*a*).

86. Avant d'aller plus loin, il ne sera peut-être pas inutile de décrire ici un appareil fort simple, dont je me sers pour les expériences électriques de la Tourmaline. Cet appareil consiste 1°. dans une aiguille de fil de laiton, terminé par deux petites boules, & qui tourne librement, à l'aide d'une chappe, sur un pivot de même métal, non-isolé; 2°. dans un baton de Cire d'Espagne, à l'extrêmité duquel est attaché un fil de soie très-délié, de quelques lignes de longueur.

Lorsque la Tourmaline a été chauffée, je commence par la présenter à une petite distance d'une des extrêmités de l'aiguille, & je juge qu'elle est au degré de chaleur convenable, quand elle produit sur l'aiguille des attractions sensibles. Je frotte aussi-tôt le bâton de Cire, à plusieurs reprises, sur une étoffe : en vertu de cette opération, l'extrêmité du fil de soie se trouve électrisée négativement. Je présente alors à ce fil alternativement les deux bouts de la Tourmaline,

(*a*) Voyez l'essai d'une Théorie sur la structure des crystaux, pag. 191, & les Mémoires de l'Académie pour l'année 1787.

en

en maintenant celle-ci, de maniere que ſon axe ſoit, autant qu'il eſt poſſible, dans le même plan que le fil, & il arrive conſtamment qu'un des bouts de la Tourmaline repouſſe ce fil, & que l'autre l'attire.

87. Les expériences des Tourmalines ont exercé pluſieurs Savans diſtingués, tels que MM. Lechman, Daubenton, Adanſon, &c.; mais perſonne ne s'en eſt plus occupé que M. Wilſon, & M. Æpinus lui-même, qui a donné ſur ce ſujet un Mémoire inſéré parmi ceux de l'Académie de Berlin, pour l'année 1756. Ce Savant a bien conſtaté l'exiſtence des deux électricités, l'une poſitive & l'autre négative, que manifeſtent les Tourmalines. Il ajoute, que ſi on place la pierre ſur un métal très-chaud, ou ſur un charbon ardent, elle s'électriſe en ſens inverſe, de maniere que le côté qui eſt communément poſitif devient négatif, & réciproquement; mais qu'au bout de quelques inſtans elle retourne à ſon état ordinaire. Selon M. Æpinus, ce renverſement d'état provient de ce que les différentes parties de la Tourmaline s'échauffent inégalement; d'où il réſulte une eſpece de déviation dans le mouvement interne & la maniere d'agir du fluide. Mais M. Wilſon qui a fait, comme nous l'avons dit, un grand nombre d'expériences ſur la Tourmaline, aſſûre que quand la pierre eſt échauffée inégalement,

elle ſe trouve électriſée en plus de part & d'autre, ſi le côté le plus chaud eſt celui qui eût dû être poſitif, & que dans le cas contraire, les deux côtés ſont électriſés en moins. Il attribue la diverſité des réſultats que préſentent ſes expériences comparées avec celles de M. Æpinus, aux différentes groſſeurs des Tourmalines qu'ils ont employées, ou à la différence même des procédés. J'ai répété les mêmes expériences avec une Tourmaline d'Eſpagne cryſtalliſée, de 26 lignes de longueur, ſur une épaiſſeur d'une ligne $\frac{3}{4}$, en la plaçant ſur un charbon ardent; & j'ai obtenu, à différentes repriſes, des réſultats conformes à ceux de M. Æpinus, & d'autres qui s'accordoient avec ceux de M. Wilſon. J'ai même obſervé quelquefois que la Tourmaline, après avoir été retirée du feu, conſervoit encore pendant quelques inſtans la propriété de repouſſer en même-temps par ſes deux bouts un fil de ſoie électriſé négativement. On conçoit en effet que ces différentes modifications accidentelles de l'action du fluide peuvent avoir lieu ſucceſſivement, en vertu des variations qu'une chaleur & une dilatation inégales peuvent occaſionner dans les denſités du fluide que renferme la pierre.

88. J'ai deſiré de ſavoir, ſi parmi les ſubſtances minérales il y en avoit d'autres qui produiſiſſent les mêmes effets que la Tourmaline; & ayant

éprouvé, dans cette vue, toutes celles qui ne sont pas à l'état métallique proprement dit, j'ai trouvé que les Calamines cryſtalliſées partageoient ſeules, avec les Tourmalines, la propriété de devenir ſenſiblement électriques par la Chaleur; ce qui eſt d'autant plus ſingulier, que la calamine appartient au genre du zinc, que l'on ſait être un demi-métal. La deſcription détaillée de ces ſubſtances n'étant pas de mon objet, je me contente de les indiquer aux Naturaliſtes. On peut conſulter ſur ce point les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1785.

89. MM. Lavoiſier & de la Place ont découvert une autre phénomene de l'électricité, d'autant plus digne d'attention, qu'il peut répandre un grand jour ſur la maniere dont le fluide électrique agit dans la nature. Ces deux Savans avoient remarqué que les corps, en paſſant de l'état de ſolides ou de liquides à celui de vapeurs, & réciproquement, donnoient des ſignes non-équivoques d'électricité négative ou poſitive. Ils ont annoncé ces réſultats à l'Académie, le 6 Mars 1781; & quelque temps après, ils lui ont communiqué le détail de leurs expériences, relativement au même objet.

Dans ces expériences, les corps d'où s'élevoient les vapeurs, ou qui ſe convertiſſoient en vapeurs, étoient iſolés. Lorſque les ſignes d'électricité

paroissoient devoir être légers & instantanés, les deux Physiciens faisoient communiquer les corps, par le moyen d'une chaîne, ou d'un fil de fer, directement avec un petit électrometre, à peu-près semblable à celui de M. Cavallo, dont nous avons donné la description (48). Mais lorsqu'il y avoit lieu d'espérer que l'électricité s'accroîtroit par des degrés successifs, & seroit durable, on employoit le condensateur de M. de Volta (*a*).

MM. Lavoisier & de la Place, ayant mis de la limaille de fer dans un bocal à large ouverture, ont versé sur cette limaille de l'acide vitriolique, étendu de trois parties d'eau. Il s'est

(*a*) Cet instrument n'est autre chose qu'une espece d'électrophore, dans lequel M. de Volta substitue au gâteau de résine qui reçoit le disque métallique, un corps du genre de ceux qui n'isolent qu'imparfaitement, & qui tiennent comme le milieu entre les substances an-électriques & idio-électriques. De ce nombre est, par exemple, le marbre blanc. Tandis que le disque est placé sur un pareil support, si on fait prendre à ce disque, par communication, un certain degré, même très-foible, d'électricité; le fluide naturel renfermé dans la partie supérieure du support, qui est voisine du disque, est à l'instant attiré ou repoussé, suivant l'état de ce même disque; & comme par la nature du support, qui est en partie perméable au fluide, celui-ci a une certaine liberté de s'y mouvoir, sans cependant être assez mobile pour s'échapper

fait une vive effervescence, un dégagement rapide d'air inflammable, & au bout de quelques minutes, le condensateur a été tellement chargé d'électricité, qu'il a produit une assez forte étincelle. L'Electromètre a fait connoître que l'électricité étoit négative. La production de l'air fixe & celle de l'air nitreux, par l'acide vitriolique & par l'acide nitreux versés sur la craie en poudre, ont donné des résultats semblables. Des réchauds isolés & remplis de charbon allumé, ont aussi donné, après la combustion du charbon, des signes très-marqués d'électricité négative.

Il paroît que, dans ces expériences, les corps

facilement, l'état du support differe beaucoup plus de l'état naturel, en conséquence de l'action qu'exerce sur lui le disque, que dans le cas d'un isolement parfait. Par une suite nécessaire, le support, à son tour, agissant beaucoup plus fortement sur le disque, le rend susceptible de se charger des plus légeres quantités d'électricité qui s'y accumulent insensiblement, sans pouvoir passer dans le support, à cause de la résistance que le fluide éprouve à l'endroit du contact qui se fait par une surface plane; ensorte qu'au bout d'un certain temps, la somme de toutes ces petites quantités peut s'accroître au point que quand, après avoir enlevé le disque, on lui présente le doigt, ou la boule d'un excitateur, on en tire une étincelle assez vive. Delà le nom de *condensateur* que porte l'instrument dont il s'agit.

qui se vaporisent, enlevent aux vases avec lesquels ils sont en contact, une partie de leur électricité propre, ce qui indique un nouveau point d'analogie entre l'électricité & la chaleur. Mais les résultats varierent, lorsque les deux Académiciens employerent un procédé particulier, qui consistoit à verser de l'eau sur des poêles de fer battu, chauffées & isolées: cette opération ayant été répétée jusqu'à trois reprises, l'électricité produite ne fut négative que dans la premiere épreuve; elle étoit décidément positive dans les deux suivantes. (Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, ann. 1781, pag. 292).

M. de Saussure a fait depuis une longue suite d'expériences du même genre, sur-tout, relativement au dernier des faits que nous venons de citer. Ce savant Physicien, ayant plongé un fer rouge dans un petit volume d'eau, qui étoit au fonds d'un vase de métal isolé, obtint une forte électricité, qui se trouva être positive. Surpris de ce résultat, qui ne s'accordoit point avec celui de la vaporisation occasionnée par la simple ébullition, puisque celle-ci produit une électricité négative, il se proposa de rechercher la cause de cette différence. Pour y parvenir, il multiplia & diversifia les épreuves: il employa successivement des creusets de fer, de cuivre, d'ar-

gent, &c. fortement échauffés, & dans lesquels il jettoit successivement, à plusieurs reprises, une quantité déterminée du fluide qu'il vouloit réduire en vapeurs. Il se servit aussi de différens fluides, tels que l'eau distillée, l'esprit de vin & l'éther. Il forma des tables qui indiquent le moment de chaque projection, la durée de la vaporisation, la nature, ainsi que le degré de l'électricité produite; enfin, l'état du creuset & celui des vapeurs, dans les différentes projections successives. L'électricité a été tantôt nulle, tantôt positive & tantôt négative. M. de Saussure pense, que quand l'opération, qui convertit l'eau en vapeurs, décompose en même-temps ce fluide, ou le corps qui est en contact avec lui, il se produit une nouvelle quantité de matiere électrique, & que le vase qui sert à l'opération reçoit une électricité positive, ou négative, ou qui devient nulle, suivant que la quantité du fluide engendré est supérieure, inférieure, ou égale à celle que la vaporisation enleve au vase. On peut voir le détail de ces belles expériences, ainsi que des conséquences très-plausibles que l'Auteur en a déduites, dans le second Volume de ses Voyages dans les Alpes, (pag. 227 & suiv.), où l'on trouvera aussi une suite très-intéressante d'observations sur l'électricité de l'atmosphere.

Quant à cette électricité, M. de Saussure croit,

avec M. de Volta, qu'elle est essentiellement positive, & que l'état négatif de l'atmosphere, qui a lieu dans certaines pluies, & quelquefois pendant les orages, tient à des causes accidentelles & locales. Il attribue la premiere de ces électricités à l'élévation des vapeurs qui dérobent à la terre une portion de son fluide électrique, & vont le déposer & l'accumuler dans le sein de l'atmosphere. (Ibid. pag. 226).

90. Personne ne doute aujourd'hui que la matiere du tonnerre ne soit le fluide électrique; mais devenu, pour ainsi dire, si différent de lui-même par son abondance & par son énergie, qu'il falloit l'œil du génie, pour reconnoître, au milieu du spectacle imposant & terrible d'un orage, le même agent qui produit les étincelles & les aigrettes lancées par nos conducteurs. Ce rapprochement avoit été soupçonné par divers Savans, tels que MM. Gray, l'Abbé Nollet, Duhamel, Halles, &c. mais il étoit réservé au célebre Francklin d'en donner la démonstration, en allant chercher le fluide électrique jusqu'au haut de l'atmosphere, & en substituant à nos machines un nuage orageux, pour en obtenir tous les effets que nous produisons à l'aide des moyens artificiels qui sont en notre pouvoir. On conçoit que les orages dépendent, en général, d'une distribution très-inégale du fluide répandu dans la nature, & qui

abonde par excès en certains endroits ; tandis que d'autres se trouvent évacués, & sont dans l'état négatif. Quelques Physiciens (*a*) ont déja donné des conjectures sur les causes de cette grande variation de densité ; mais ce point de Physique n'a pas été suffisamment éclairci, & des résultats tels que ceux qui naissent des observations faites par les Savans illustres que nous avons cités, doivent certainement être regardés comme des données précieuses, pour

(*a*) Quoique je ne me sois point proposé d'entrer ici dans le détail de ce qui concerne les effets de la foudre, je crois devoir en citer un très-remarquable, dont Milord Mahon a parlé le premier, dans son savant ouvrage qui a pour titre, *Principes d'Electricité*. Concevons un nuage orageux d'une certaine étendue, & que je suppose électrisé positivement. Si une personne est située de maniere à se trouver en prise à l'action de ce nuage, sans cependant en être assez près pour provoquer une explosion, la force répulsive du nuage refoulera le fluide naturel de cette personne, & en chassera une partie dans le sein de la terre, ensorte que la personne sera électrisée en moins. Supposons qu'alors le nuage se décharge sur quelque objet terrestre, placé même à une assez grande distance de la personne : celle-ci à l'instant reprendra tout le fluide qu'elle avoit perdu, & la violence de cette espece de reflux pourra être telle, que la personne en soit dangereusement blessée, ou même qu'elle

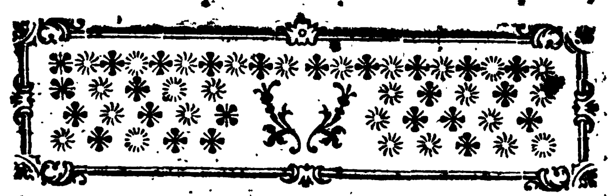
conduire à l'entiere solution des questions relatives à la Théorie de l'électricité naturelle, & de la formation du tonnerre.

---

en périsse. On voit par là comment il peut arriver qu'un homme situé loin de l'endroit où la foudre éclate, soit cependant foudroyé. Le même raisonnement s'applique à un nuage électrisé négativement. Milord-Mahon donne le nom de *choc par retour* à cet effet, qu'il a représenté à l'aide d'un appareil électrique, dans une suite d'expériences variées & curieuses.

Fin de la Théorie de l'Électricité.





THÉORIE DU MAGNÉTISME.

I. Des propriétés du fluide magnétique, & de sa comparaison avec le fluide électrique.

91. LA matiere magnétique, suivant M. Æpinus, est un fluide très-subtil, dont les molécules ont la propriété de se repousser mutuellement, comme celles du fluide électrique (1). Mais elles en différent en ce que celles-ci sont attirables par tous les corps connus, au lieu qu'il n'y a qu'une seule substance qui exerce une attraction sensible sur les molécules magnétiques. Cette substance est le fer à l'état métallique.

92. Tous les naturalistes savent que l'espece de minéral, d'une couleur ordinairement brune ou noirâtre, qu'on appelle *aimant naturel*, n'est autre chose qu'une mine de fer, qui se trouve, en plusieurs endroits, dans le sein de la terre. On la reconnoît sur-tout à la propriété qu'elle a d'attirer la limaille de fer. On fait aussi, avec le fer forgé, ou plutôt l'acier, des aimans artificiels, dont nous parlerons dans la suite.

93. Tous les corps de la nature, si on excepte le fer, sont entierement perméables au fluide magnétique, qui les pénetre librement, sans éprouver aucune action de leur part. Aussi ne donnent-ils aucun signe de magnétisme. Il n'en est pas de même du fer; le fluide magnétique, à la vérité, le pénetre aussi, mais avec beaucoup de difficulté. Le fer est, à l'égard de ce fluide, ce que les corps idio-électriques (2), sont par rapport au fluide électrique.

94. Plus le fer est dur, & plus le fluide magnétique éprouve de difficulté à se mouvoir dans ses pores. Le fer tendre livre un accès beaucoup plus facile aux molécules de ce fluide, & se rapproche davantage, à cet égard, de l'analogie avec les corps an-électriques. Mais en général, il paroît, par des expériences qui seront citées dans le cours de cet ouvrage, que le fer

est moins perméable au fluide magnétique, que les corps idio-électriques, même au plus haut degré, ne le sont par rapport au fluide électrique.

95. Nous avons vu (3), que chaque corps renfermoit naturellement une certaine quantité de fluide électrique, qui lui étoit propre. Le fer, même celui qui ne donne aucun signe de magnétisme, a aussi sa quantité naturelle de fluide magnétique. Mais il y a une différence très-remarquable entre le fer & les corps électriques, quant à la maniere dont ils passent de leur état naturel à celui où le fluide, qui les pénétre, manifeste son action. Il arrive souvent, dans ce passage, que les corps électriques, ou acquierent une quantité surabondante de fluide électrique, ou perdent une portion de leur fluide naturel. Au contraire le fluide magnétique éprouve une si grande difficulté à pénétrer le fer, qu'il n'est gueres possible que ce métal reçoive de celui des corps environnans, ou perde de celui qui lui est propre, en sorte que tous nos efforts pour communiquer au fer les qualités de l'aimant, se bornent à produire un simple mouvement de translation du fluide, dans l'intérieur même du fer.

96. Il résulte delà une nouvelle différence entre les corps électriques & les corps magnéti-

ques. Il n'eſt pas rare d'en trouver, parmi ces derniers, qui ſoyent tout entiers électriſés en plus ou en moins (4). Le fer, au contraire, lorſqu'il eſt devenu aimant, a toujours une de ſes parties dans l'état poſitif, & l'autre dans l'état négatif. Nous parlerons dans la ſuite du réſultat des tentatives que l'on a faites, pour augmenter la quantité naturelle de fluide renfermée dans le fer.

97. On ſait qu'un aimant ſuſpendu librement, tourne un de ſes côtés vers le nord, & l'autre vers le ſud; delà les noms de *pole du nord*, ou *pole boréal*, & *pole du ſud* ou *pole auſtral*, que l'on a donnés aux deux côtés d'un aimant, rélativement à leur direction vers l'un ou l'autre des poles de notre globe. On n'a pu découvrir encore lequel des deux poles d'un aimant étoit dans l'état poſitif, & lequel avoit un magnétiſme négatif.

98. Quelques Phyſiciens ont cru que le fluide électrique & le fluide magnétique n'étoient que le même fluide. Cette opinion ne peut être admiſe, lorſque l'on conſidére que ces deux fluides différent ſenſiblement dans leurs propriétés, ſur-tout dans celle qu'a le premier d'être attiré par tous les corps connus, tandis que l'autre ne l'eſt que par le fer (91): ſeulement, les actions de ces deux fluides, ainſi que nous

le verrons bientôt, sont soumises aux mêmes loix, & ne different entr'elles, quant à la maniere dont elles s'exercent, qu'à raison de la différence même qui se trouve entre les corps qui les manifestent.

99. Concluons de ce qui précede, qu'il n'est pas étonnant que l'électricité soit beaucoup plus féconde en phénomenes que le magnétisme; car ceux qui dépendent du fluide magnétique se bornent à une seule espece de corps, dans lesquels le fluide ne se meut qu'avec beaucoup de difficulté; mais l'électricité, outre qu'elle embrasse toute l'étendue des trois regnes de la nature, produit, à l'aide de l'action réciproque des corps an-électriques & idio-électriques, une multitude d'effets qui se diversifient de mille manieres.

II. Des loix auxquelles est soumise l'action du fluide magnétique, en conséquence des propriétés exposées dans l'article précédent.

100. Les loix que suit le fluide magnétique, étant les mêmes que celles qui agissent dans la production des phénomenes, qui dépendent du fluide électrique; tout ce que nous avons dit (n°. 6, & suiv.), sur les différens cas relatifs

à l'action de ce dernier fluide, s'applique en général au magnétisme. Mais la différence qu'occasionne dans les résultats, celle qui existe entre les corps électriques & les corps magnétiques, exige que nous apportions certaines modifications à ceux de ces résultats, qui concernent les corps susceptibles de magnétisme.

101. Nous avons considéré (6 & 7) l'action d'un corps électrisé tout entier en plus ou en moins, sur des molécules de fluide voisines de ce corps; mais le magnétisme ne nous offrant peut-être jamais de cas analogues à celui-ci (95), nous nous bornerons à l'examen du seul cas où les parties d'un corps sont dans différens états de magnétisme positif ou négatif.

Concevons donc un corps A (fig. 19), & que le fluide magnétique soit inégalement répandu dans les deux parties AB, AC, de ce corps, en sorte qu'il y ait excès de fluide dans la partie AC, & défaut de fluide dans la partie AB. Si l'on pouvoit faire varier à volonté les quantités de fluide renfermées dans ces deux parties, ainsi que le rapport de ces quantités, nous pourrions appliquer ici tout ce que nous avons dit (10 & suiv.) de l'action d'un corps électrisé d'un côté en plus & de l'autre en moins, sur les molécules de fluide voisines de ce corps, c'est-à-dire, qu'il pourroit arriver que

le fluide fut attiré ou repoussé d'un côté, tandis que de l'autre il resteroit immobile, ou qu'il fût attiré ou repoussé des deux côtés à-là-fois, ou enfin qu'il fût attiré d'un côté & repoussé de l'autre.

Mais nous avons déja observé (95), & cette assertion se trouvera encore confirmée d'après ce que nous dirons dans la suite, qu'en général tous les corps qui donnoient des signes de magnétisme, ne renfermoient en total que leur quantité naturelle de fluide, qui étoit seulement distribuée inégalement dans les différentes parties de ces corps. Cela posé, la seule hypothese à faire est celle où l'excès du fluide de AC, seroit précisément égal au défaut du fluide de AB. Or, nous avons prouvé (16), que, dans ce cas, une molécule D de fluide seroit attirée par le corps A, en sorte qu'elle tendroit à y pénétrer, tandis que la molécule E en seroit repoussée.

101. Supposons maintenant que le corps A soit abandonné à lui-même, sans qu'il y ait aucun autre corps magnétique dans sa proximité. Ce corps tendra à retourner vers l'état d'uniformité, en sorte que le fluide surabondant renfermé dans la partie AC, sera sollicité à-la-fois par la répulsion mutuelle des molécules (6), & par la force attractive de la partie AB (7), à se

répandre dans cette partie, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli.

Quant à la résistance de l'air qui s'oppose, comme nous l'avons vu (8), à la tendance qu'ont les corps électrisés vers l'état naturel, elle est nulle, par rapport aux aimans, puisque le fluide magnétique pourroit traverser l'air & tous les autres corps, excepté le fer, avec une extrême facilité. Cependant l'expérience prouve que la vertu magnétique se maintient très-longtemps dans les corps qui l'ont acquise, & même beaucoup plus longtemps que la vertu électrique dans les corps les plus susceptibles de la conserver, tels que la bouteille de Leyde. Or, cette différence ne peut venir que de la grande difficulté qu'éprouve le fluide magnétique à se mouvoir dans le fer.

102. La résistance qni provient de cette difficulté peut être considérée comme une force opposée à l'effort, que fait le corps pour retourner à l'état naturel, & capable de balancer cet effort, de maniere que l'équilibre subsiste entre l'un & l'autre, pendant un certain temps, sans altération sensible. Quand le corps est parvenu à cet équilibre, on dit qu'il est *à son point*, ou *à son dègré de saturation*; & il est clair que, si l'on continue alors de l'aimanter, il perdra aussitôt toute sa nouvelle vertu magnétique. Le degré de

ſaturation ſera d'autant plus élevé, c'eſt-à-dire, que la force magnétique, que le corps ſera ſuſceptible de conſerver, ſera d'autant plus conſidérable, que le fluide éprouvera plus de difficulté à ſe mouvoir dans ce corps. Or, comme le fluide ſe meut plus aiſément dans le fer tendre que dans le fer dur (79), il en réſulte que le degré de ſaturation eſt toujours plus élevé dans le ſecond que dans le premier. Cette conſéquence s'accorde avec l'obſervation; car ceux qui font des aimans artificiels ſavent très-bien que le fer tendre acquiert aiſément une vertu conſidérable, mais qu'il la perd, en très-grande partie, avec la même facilité; au lieu que le fer dur, plus difficile à aimanter, conſerve beaucoup plus longtemps un degré de magnétiſme très-ſupérieur à celui qui reſte dans le fer tendre, & c'eſt pour cette raiſon qu'on le préfére à celui-ci dans la conſtruction des aimans artificiels.

103. Les actions réciproques de deux aimans ſont les mêmes que celles de deux corps électriſés. Mais d'après ce qui a été dit plus haut (80), les différens cas, dans leſquels ces actions peuvent s'exercer, ſe réduiſent à ceux où les corps ont une partie dans l'état poſitif, & l'autre dans l'état négatif, de maniere que la totalité du fluide de chacun de ces corps eſt égale à la quantité na-

turelle. Avant d'examiner les effets relatifs à ce point de théorie, nous dirons un mot d'un cas particulier, qui rentre dans ceux dont nous venons de parler.

104. Concevons que l'on approche d'un aimant C (fig. 4), un barreau de fer G, dans l'état naturel. Il en sera de ce barreau comme d'un corps non électrisé que l'on approche d'un corps électrisé (19), c'est-à-dire, que l'aimant ne produiroit aucun effet sur le fer, si celui-ci conservoit son état naturel; mais il en est bientôt tiré par l'action que l'aimant exerce sur lui. Supposons que CB soit le côté positif, & CD le côté négatif; l'action de la partie CB prévaudra nécessairement sur celle de la partie CD (16), en sorte que CB, en vertu de son excès de force répulsive, refoulera une certaine portion du fluide, contenu dans le barreau G, de l'extrêmité F de ce barreau vers son extrêmité opposée; d'où il suit que le barreau deviendra lui-même un véritable aimant, que nous devons considérer comme ayant sa partie antérieure FG, dans l'état négatif, & son autre partie GH, dans l'état positif.

Si au contraire, les côtés CB, CD de l'aimant étoient, le premier dans l'état négatif, & le second dans l'état positif; il est facile de voir que le barreau G se trouveroit aimanté en sens

contraire, de maniere que GF deviendroit son pole positif, & GH son pole négatif.

105. Cela posé, considérons les deux corps C, G, comme deux aimans qui auroient leurs moitiés dans différens états de magnétisme positif ou négatif, & supposons, pour plus de simplicité, que le fluide soit uniformément répandu dans chacune de ces moitiés.

Supposons de plus que CB, FG soyent les poles positifs, & CD, GH, les poles négatifs. La force répulsive de la partie CB, étant égale à la force attractive de la partie CD, abstraction faite des distances (16); il est clair que la premiere agit plus puissamment sur le corps G, à raison d'une moindre distance; donc le corps C agit sur le corps G, comme étant dans l'état positif; donc il tend à repousser la partie FG, & à attirer la partie GH. Or, à distances égales, l'attraction feroit équilibre à la répulsion; donc, puisque la partie FG est plus voisine du corps C que la partie GH, la répulsion l'emportera, & les deux corps s'écarteront l'un de l'autre.

On prouvera par un raisonnement semblable, que dans le cas où CB, FG seroient les poles négatifs, & DC, GH, les poles positifs, les deux aimans se repousseroient encore, comme dans le cas précédent. Il ne faut, pour le de-

montrer, que substituer le mot d'*attraction* à celui de *répulsion*, & réciproquement.

106. Supposons enfin que CB, GH, soyent les poles positifs, & DC, FG, les poles négatifs. D'après ce qui a été dit plus haut, le corps C agit sur le corps G, comme étant dans l'état positif; donc, il tend à attirer la partie FG, & à repousser la partie GH. Mais l'attraction agit plus fortement sur la premiere, à raison d'une moindre distance; donc, les deux corps tendront à s'approcher l'un de l'autre.

107. Il n'arrive peut-être jamais que le fluide soit répandu uniformément dans chacune des parties d'un aimant, & nous n'avons d'abord supposé cette uniformité que pour simplifier l'explication des phénomenes. Mais de quelque maniere que le fluide soit distribué dans les parties CD, BC, ou FG, GH; on pourra toujours ramener l'état des deux corps aux différens cas, exposés dans les n^{os}. précédens, en appliquant ici ce que nous avons dit (18), de deux corps électriques, dans lesquels le fluide ne seroit pas uniformément répandu.

108. Concluons delà que si deux aimans se regardent par leurs poles positifs, ou négatifs, ils se repousseront mutuellement, & qu'ils s'attireront au contraire, si le pole positif de l'un est tourné vers le pole négatif de l'autre. On

exprime, d'une maniere abrégée, ce fait connu de tous les Physiciens, en disant que *deux aimans se repoussent par leurs poles de même nom, & s'attirent par leurs poles de noms différens.*

109. Nous placerons ici la définition des *centres magnétiques*, dont nous aurons besoin pour la suite. M. Æpinus appelle ainsi le point de séparation entre la partie positive & la partie négative d'un aimant. A la rigueur, ce centre est moins un point, qu'une surface qui s'étend dans toute l'épaisseur de l'aimant. Mais il n'y a aucun inconvénient à employer la dénomination de *centre*, pourvu qu'on n'y attache que l'idée qui naît de la definition que nous venons d'en donner.

110. Nous avons exposé (105 & suiv.) les effets qui résultent de l'action réciproque de deux aimans, dont chacun a un pole positif & un pole négatif. Mais il peut arriver que cette action même apporte divers changemens à la maniere dont le fluide est distribué dans chacun des deux aimans, sur-tout si une cause extérieure intervient pour les rapprocher l'un de l'autre, dans le cas où ils se fuyent, en vertu d'un magnétisme homogene. Nous avons vu (53 & suiv.), que l'action d'une pareille cause, par rapport à deux corps électriques, pouvoit donner

lieu à des phénomenes opposés, en apparence, à l'analogie des effets naturels; mais au fond parfaitement d'accord avec la théorie. Le magnétisme présente la même singularité dans les faits, & la même liaison avec les principes de la théorie, dans les explications de ces faits; toujours cependant eu égard aux modifications que la différence des corps occasionne nécessairement dans les phénomenes (100).

111. Remarquons, avant d'aller plus loin, qu'il peut arriver, & qu'il arrive en effet assez souvent, qu'une verge magnétique a plusieurs poles, qui se succedent l'un à l'autre, en sorte que si on la conçoit divisée en autant des parties qu'il y a de poles, ces différentes parties seront alternativement dans des états positifs & négatifs. Ces poles contraires, qui se suivent dans un même aimant, ont été appellés, par les Physiciens, *points conséquens*. Nous verrons bientôt comment on peut mettre un barreau de fer, dans cet état de magnétisme.

112. Cela posé, concevons d'abord que *ab* (fig. 20) soit une verge de fer dans l'état naturel, située à une petite distance d'un aimant B, dont BC soit le pole positif, & BD le pole négatif. Nous avons déja vu (104) que dans ce cas, la verge *ab* deviendroit elle-même un ai-

mant, dont *ga* seroit le pole négatif, & *gb* le pole positif. Or, la quantité de fluide, renfermée dans la totalité du corps *ab*, étant égale à la quantité naturelle, il est clair que les deux corps B, *g*, s'attireront, à quelque distance qu'ils se trouvent l'un de l'autre (106).

Le même effet aura lieu, si l'on suppose que BC soit le pole négatif, & BD le pole positif de l'aimant B.

113. Il est possible cependant que la verge *ab* acquierre des points conséquens (111), tandis qu'elle s'approche de l'aimant B, sur-tout si celui-ci a une puissante vertu magnétique; car, en supposant toujours que les poles BC, BD soyent l'un le pole positif, & l'autre le pole négatif, il est clair, qu'à mesure que la verge *ab* s'approche de l'aimant B, la force répulsive de la partie BC augmentant, à raison d'une moindre distance, tend à refouler une nouvelle portion de fluide, de la partie *ag* dans la partie *gb*, en même-temps qu'elle refoule encore davantage le fluide de cette derniere partie. Or, deux causes font obstacle au refoulement du fluide de *ag*, savoir, la difficulté qu'éprouve ce fluide à se mouvoir dans le fer, & la répulsion du fluide accumulé dans la partie *bg*. Il peut donc arriver qu'il y ait un point, tel que *n*, où la résistance qui naît du concours de ces deux causes

devienne supérieure à la force répulsive de l'aimant B, & passé ce terme, les deux aimans continuant de s'approcher, le fluide accumulé, par exemple, dans l'espace *gn*, pourra même y abonder au point que sa répulsion rende la partie voisine *no* négative, & alors l'aimant *ab* aura quatre points conséquens.

Mais dans le même cas, il est encore impossible que les deux aimans commencent à se repousser, quelle que soit leur distance réciproque. Car, si la quantité de fluide qui a passé dans *gn*, fut restée dans *ag*, sa répulsion sur le fluide de BC n'auroit pas empêché les deux corps de s'attirer à toutes les distances; à plus forte raison continueront-ils de s'attirer, lorsque la même quantité de fluide, en passant dans *gn*, a perdu de sa force, à raison d'une plus grande distance.

Les mêmes effets auront lieu, dans le cas où le pole BD eut été positif, & le pole BC négatif; avec cette différence que les attractions prendront la place des répulsions, & réciproquement.

De plus, il est bien évident que si, dans le moment où les deux aimans s'approchent l'un de l'autre, une cause extérieure agissoit pour les écarter, & les abandonnoit ensuite à leur action réciproque, ils s'attireroient de nouveau, puis-

qu'ils auroient toujours leurs parties antérieures dans des états opposés de magnétiſme poſitif & négatif.

Concluons delà, que deux aimans, qui ſe regardent par leurs poles de noms différens, s'attireront mutuellement à toutes les diſtances, quelque changement qu'apporte dans leur état, ſoit leur action mutuelle, ſoit l'action d'une cauſe extérieure.

114. Paſſons au cas où deux aimans AD, EH (fig. 21) ſe regardent par leurs poles de même nom. Concevons que AC, EG ſoyent les poles poſitifs, & CD, GH les poles négatifs; chacun des deux aimans repouſſe le fluide de l'autre, en ſorte qu'une portion du fluide eſt refoulée des parties antérieures, vers l'extrêmité oppoſée. Concevons chacune des parties AC, EG, ſous-diviſée en deux autres parties AB, BC, & EF, FG. Suppoſons de plus qu'une certaine quantité du fluide de AB ait paſſé dans BC, & une certaine quantité du fluide de EF dans GF. Suivant que ces quantités ſeront plus ou moins conſidérables, il pourra arriver, ou que les deux aimans continuent de ſe repouſſer, ou qu'ils s'attirent mutuellement, ou qu'ils n'aient plus aucune action l'un ſur l'autre.

Car, 1°. tant que les quantités chaſſées de

AB ou de EF, feront telles que ces dernieres parties reftent dans l'état pofitif, ou du moins confervent leur quantité de fluide naturelle; il eft évident que les deux corps feront toujours dans le cas de deux aimans, qui n'auroient chacun que deux poles, & fe regarderoient par leurs côtés pofitifs. Or, nous avons vu (105), que dans ce cas les deux aimans doivent fe repouffer à toutes les diftances.

2°. Si les quantités de fluide qui font forties de AB & de EF, s'actroiffent au point de faire paffer ces parties, ou du moins l'une des deux, à l'état négatif, il pourra arriver que les deux aimans s'attirent mutuellement à une certaine diftance. Suppofons en effet que la partie EF, reftant toujours dans l'état pofitif, la partie AB foit devenue négative, auquel cas le corps AD aura trois points conféquens. L'aimant EH, qui agit à toutes les diftances, comme étant dans l'état pofitif, tend à attirer les parties AB, CD de l'aimant AD, & à repouffer la partie BC. Or, il peut très-bien fe faire que l'excès de fluide, qui a paffé dans la partie BC, ne foit pas fuffifant pour balancer l'effet de l'attraction que le corps EH exerce fur les parties AB, CD. Pour le mieux concevoir, fupprimons pour un inftant, par la penfée, la partie CD, & fuppo-

ſons que le fluide renfermé dans AC, n'excede pas la quantité naturelle. Nous avons vu (106) que dans ce cas, les deux aimans s'attireroient mutuellement. Augmentons maintenant le fluide de BC d'une certaine quantité, mais moindre que celle qui eſt néceſſaire, pour que cet excès de fluide compenſe la différence des actions du corps EH, ſur les parties AB, BC, à raiſon des diſtances. Il eſt évident que les deux aimans s'attireront encore réciproquement. Remettons enfin la partie CD, & imaginons que la quantité dont nous venons d'augmenter le fluide de BC ſoit préciſément égale à celle qui manque au fluide naturel de CD, auquel cas, le corps AD n'aura en totalité que ſa quantité naturelle de fluide. La force attractive mutuelle des deux aimans ſe trouvera encore augmentée, puiſque CD eſt dans l'état négatif. Donc il eſt très-poſſible qu'à une certaine diſtance la répulſion mutuelle des deux aimans ſe change en attraction.

3°. On concevra de même que le rapport des quantités de fluide, renfermées dans les diverſes parties du corps AD, peut être tel, que l'excès du fluide de BC ſoit capable de compenſer exactement l'excès de diſtance de cette même partie, ſur la diſtance de AB, par rapport au corps EH, & en même-temps la force attractive de EH,

ſur CD, & dans ce cas, les actions reſpectives des deux aimans ſe faiſant équilibre, ces aimans demeureront immobiles.

Tout ce qui précéde peut s'appliquer au cas où deux aimans tourneroient l'un vers l'autre leurs poles négatifs; alors, une certaine portion du fluide de l'un & de l'autre étant attirée vers les extrêmités qui ſe regardent, on conçoit que l'une de ces extrêmités peut acquérir l'état poſitif à un tel degré, que les deux aimans commencent à ſe repouſſer, ou qu'ils ceſſent d'avoir aucune action l'un ſur l'autre, & s'arrêtent tout-à-coup à une certaine diſtance.

III. Application des principes précédens à pluſieurs phénomenes du Magnétiſme.

115. Si les effets qui tiennent au magnétiſme, ſont en général moins curieux & moins impoſans que ceux qui dépendent du fluide électrique, ils n'ont rien de moins piquant pour le Phyſicien, qui les ſuit avec attention, & s'efforce de les analyſer, par l'oppoſition apparente, qu'on remarque ſouvent entr'eux, lorſqu'on les rapproche les uns des autres. L'intérêt qu'ils excitent ne fait que s'accroître, lorſqu'à la ſur-

prise succede la satisfaction de voir avec quelle facilité ils se lient ensuite, & se placent dans une dépendance mutuelle, à l'aide de l'ingénieuse théorie, dont nous avons exposé les principes, dans les deux articles précédens.

116. L'expérience prouve que, toutes choses égales d'ailleurs, un aimant est d'autant plus fort qu'il est plus long, en sorte que si on le diminue, dans le sens de la longueur, on l'affoiblit beaucoup plus que dans le cas où l'on en auroit retranché une égale quantité de matiere dans le sens de la largeur. Ce fait, qui est fort difficile à expliquer, à l'aide des théories, qui supposent une atmosphere réelle autour de l'aimant, est une suite nécessaire de ce que nous avons dit plus haut; car l'action de l'aimant sur le fer doit augmenter à proportion que la force attractive ou répulsive du pole voisin l'emporte sur la force contraire de l'autre pole. Or, cet excès croît avec la longueur de l'aimant, puisque dans le cas où celui-ci est plus long, l'action du pole le plus éloigné, s'exerçant à une plus grande distance, nuit moins à l'action du pole qui regarde le fer (*a*). Ceci sert à expliquer pourquoi, en général, les aimans artifi-

(*a*) Cette conséquence est d'autant plus juste, que les points dans lesquels la force des poles est censée

ciels sont plus forts que les aimans naturels non armés, qui ont ordinairement beaucoup moins de longueur que ceux qui sont le produit de l'art.

117. Ayez deux aimans artificiels très-minces, de formes semblables, &, autant qu'il se pourra, d'égale force. Placez l'un quelconque CD (*fig.* 22), de ces aimans sur une table AB; de maniere que son extrêmité C, que je suppose être le pole positif, dépasse un peu le bord de la table. Suspendez à cette extrêmité un corps de fer F, d'un tel poids que l'aimant CD soit capable d'en porter un beaucoup plus pesant. Appliquez ensuite le second aimant *cd* sur le premier, de maniere que *d* soit le pole négatif; à l'instant le poids F se détachera, & l'aimant CD ne sera plus capable de soutenir même un corps léger.

Car d'un côté, l'action répulsive du pole C refoule de *g* en *h*, une partie du fluide contenu dans le corps F, & c'est en vertu de ce refoulement que l'aimant CD acquiert, par rapport au corps F, une vertu attractive. Mais d'une autre part, l'action contraire du pole *d*, qui agit sensiblement à la même distance, à cause du peu d'épaisseur de l'aimant *cd*, détruit l'effet produit

---

être concentrée, sont très-voisins des extrêmités de l'aimant, comme nous l'expliquerons dans la suite.

par

par l'aimant CD, d'où il suit que la somme des actions de ces deux aimans sur le corps F se réduit à zéro.

Il est cependant bien évident que chacun des deux poles *c*, *d*, s'il agissoit seul, seroit capable de soutenir le corps F. La Théorie fait évanouir le merveilleux apparent de ce fait, qui présente une espece de paradoxe, en ce qu'on y voit deux actions, dont chacune prise séparément, est capable de produire un certain effet, devenir nulles par leur réunion; tandis qu'elles sembleroient alors devoir produire un effet double.

118 M. de Réaumur a observé le premier, qu'un aimant soulevoit plus facilement un morceau de fer placé sur une enclume, que si ce fer se fut trouvé sur quelqu'autre corps d'une nature différente. Pour rendre raison de ce fait, supposons d'abord un poids F (*fig.* 22), suspendu au pole positif C, d'un aimant CD, & qui soit le plus considérable que cet aimant puisse soutenir. Si l'on présente en-dessous du corps F, & à la distance d'un ou deux pouces, un second aimant GH, dont G soit le pole négatif, l'action de ce pole attirera vers l'extrêmité *h* du corps F, une nouvelle quantité de fluide. Donc la partie F*g* se trouvera plus évacuée que dans le cas où l'aimant CD agissoit seul sur le corps F, d'où il suit que, si l'on substitue au corps F un autre

corps plus pesant, il pourra se faire que l'aimant CD soit capable de le soutenir, tant qu'on laissera subsister la présence de l'aimant GH. Si, à la place de cet aimant, on se sert d'un barreau de fer mou d'un poids considérable, & dans l'état naturel, la proximité du pole positif C, de l'aimant CD, & celle du pole positif *h* du corps F, qui est lui-même devenu un aimant (104), produiront un certain degré de magnétisme dans le barreau de fer mou, substitué à l'aimant GH, de maniere que le pole de ce barreau, qui regardera le pole *h*, se trouvant négatif, fera en partie la même fonction que le pole G de l'aimant GH. Or, dans l'expérience citée, l'enclume représentant aussi en quelque sorte cet aimant, le résultat, proportion gardée, doit être le même.

119. Voici encore un fait qui a surpris plusieurs des Physiciens qui ont écrit sur le Magnétisme. Il consiste en ce que, si l'on met successivement en contact, avec l'un des poles d'un fort aimant, différens barreaux de fer non-aimanté, qui soient de même longueur, & qui aillent en augmentant d'épaisseur, la force attractive de l'aimant sur ces barreaux, s'accroîtra en même-temps que l'on emploîra des barreaux plus épais, mais seulement jusqu'à un certain terme; ensorte que, passé cette limite, si l'épaisseur augmente, l'attraction ne recevra plus d'accroissement.

La Théorie que nous exposons ici nous fournit une explication très-satisfaisante de ce fait.

Concevons que DEFG (*fig.* 23), soit un barreau de fer mou très-mince, dans l'état naturel. Si l'on dispose ce barreau, par rapport à un aimant vigoureux C, comme le représente la figure, l'action du pole BC, que je suppose être le pole positif, fera refluer une partie du fluide contenu dans le barreau DEFG, de l'extrêmité DE, vers l'extrêmité GF (104). Supposons qu'en vertu de cette action, le centre magnétique (109) de DEFG, se trouve placé sur la ligne *kt*. Si l'on dispose à côté de ce barreau, un autre barreau semblable EHIF, en le tenant d'abord à une certaine distance, la force du pole B agira sur ce barreau, comme sur le premier; en sorte que si le barreau EHIF existoit seul, son centre magnétique se trouveroit par exemple en *g*. Or, la partie E*ty*H étant dans l'état negatif, son action sur le fluide de DEFG, tend à ramener dans la partie D*kt*E, quelques-unes des molécules qui en avoient été chassées par l'action du pole B. Soit *m* une molécule située à la hauteur du centre magnétique: soit *a* le point dans lequel on peut supposer que la force attractive de la partie E*ty*H, est concentrée. Cette force s'exerçant, suivant la direction *am*, oblique par rapport au côté EF, se décompose en deux autres forces, dont l'une agit suivant

ac, perpendiculaire ſur EF, & l'autre, ſuivant *mc*, parallele à ce même côté. Or, l'épaiſſeur du barreau DEFG, étant extrêmement petite, la force *ac* peut être conſidérée comme nulle, d'où il ſuit que la force ſuivant *mc*, eſt cenſée agir ſeule pour attirer la molécule *m* dans la direction *ms*. Suppoſons qu'en vertu de cette attraction, la molécule ſe trouve tranſportée en *n*; dès-lors le barreau DEFG ſera moins attiré par l'aimant C, qu'il ne l'étoit indépendamment de la préſence du barreau EHIF. Mais le barreau DEFG, produiſant un effet ſemblable ſur l'autre, le centre magnétique de ce dernier, ſe trouvera auſſi rapproché dans quelque point *r* placé entre *ty* & HE.

Maintenant, ſi l'on applique immédiatement les deux barreaux l'un contre l'autre, comme le repréſente la figure, il eſt évident que l'action de l'aimant C, ſur l'aſſemblage de ces deux barreaux, ne ſe trouvera pas augmentée en raiſon de la matiere qui eſt doublée. Il eſt clair encore que, toutes choſes égales d'ailleurs, les deux centres magnétiques ſe trouveroient rapprochés à la même diſtance de la ligne DH.

Concevons que l'on applique de l'autre côté du barreau DEFG, un troiſieme barreau ſemblable DKLG. La force de ce barreau agira pour rapprocher encore de la ligne DH, les centres magnétiques des deux autres barreaux, & ceux-ci

produiront un effet ſemblable ſur le barreau DKLG ; mais la ſomme des diſtances des deux barreaux EHIF, DKLG, par rapport au barreau DEFG, eſt évidemment moindre, que la ſomme des diſtances des deux autres barreaux, par rapport à l'un quelconque des barreaux EHIF, DKLG ; d'où il ſuit que le centre magnétique du barreau intermédiaire DEFG, ſe trouvera plus rapproché de la ligne KH, que celui de chacun des deux barreaux voiſins. Si nous ſuppoſons maintenant que l'on ajoute ſucceſſivement de nouveaux barreaux KUTL, HMPI, &c. de part & d'autre du premier aſſemblage, cette addition produira deux effets.

1°. Le centre magnétique ſe trouvera d'autant moins rapproché de la ligne RN, que les barreaux ſeront plus éloignés de celui du milieu ; en ſorte que tous ces centres ſeront placés ſur deux lignes courbes *nd*, *nz* (*fig.* 24), qui iront en s'écartant de la ligne RN, depuis le point *n* du centre magnétique du barreau DEFG (*fig.* 23).

2°. Plus on ajoutera de barreaux, plus auſſi les courbes ſe rapprocheront de la ligne RN ; en ſorte que ſi, en ſuppoſant un certain nombre de barreaux, les limites de l'eſpace qui ſera dans l'état négatif, ſont repréſentées par *edzh* (*fig.* 24), ces limites, avec un plus grand nombre de barreaux, ſeront repréſentées par *quxf*.

Mais d'une autre part, le pole B de l'aimant C (*fig.* 23), agit plus fortement sur les barreaux situés vers le milieu de l'assemblage, tant à cause que l'action de l'aimant C sur ces barreaux, est plus directe, qu'à cause qu'elle s'exerce à une moindre distance. Il résulte delà que les courbes *mu*, *mx*, se trouvent plus rapprochées par leurs extrêmités *u*, *x*, de la ligne RN, que nous ne le supposions il y a un instant; en sorte que ces courbes prendront une position, telle que *mg*, *mp*.

Or, ces mêmes courbes continuant de se rapprocher de la ligne RN, à mesure que l'on ajoute de nouveaux barreaux, on conçoit qu'il y aura un terme où la diminution qui résulte de ce mouvement des courbes, pour la force attractive de l'aimant C, compensera l'accroissement produit par l'addition des nouveaux barreaux, & passé ce terme, si l'on augmente l'épaisseur de l'assemblage, l'attraction cessera de croître. La même chose arrivera, proportion gardée, si l'on met l'assemblage RNOX, en contact avec le pole B de l'aimant C, ce qui explique le phénomene singulier dont nous avons parlé.

120. On a vu (114), que si deux aimans se regardoient par leurs poles de même nom, il pourroit arriver que leur action mutuelle changeât l'état de l'un des deux, au point qu'à une certaine distance l'attraction, ou deviendroit nulle, ou se changeroit en répulsion. Ce résultat, qui

a paru singulier à plusieurs Physiciens, peut être vérifié à l'aide de l'expérience suivante.

Soit AB (*fig.* 25), un fort aimant qui ait son pole boréal en A, & son pole austral en B. Si l'on approche de cet aimant une aiguille aimantée CD, dont D soit le pole austral, & C le pole boréal, cette aiguille se dirigera de la maniere que le représente la figure. Si alors on fait tourner doucement l'aiguille sur son centre, par quelque moyen que ce soit, de maniere qu'elle ne s'écarte que peu de sa premiere direction, & qu'elle prenne, par exemple, la position *cd*; & si on l'abandonne ensuite à elle-même, elle reprendra la position CD. Si l'on rapproche continuellement le pole *c* du point A, & que l'on donne, par exemple, à l'aiguille la position *c'd'*, auquel cas les poles de même nom, commenceront à se regarder, il pourra arriver encore que *c'* soit repoussé par A. Mais enfin il y aura un point où la force répulsive de A, que je suppose être le pole positif, refoulera tellement le fluide contenu par excès dans le pole *c'*, que ce pole deviendra négatif; & alors la répulsion se changeant en attraction, l'aiguille prendra une direction diamétralement opposée à celle qu'elle avoit d'abord; en sorte que le pole D se trouvera à la place du pole C, & réciproquement.

121. Il se présente ici une question assez

curieuse. Concevons que A, B, (*fig.* 26); soient deux aimans qui ayent leurs poles positifs en C & en F, & leurs poles négatifs en D & en E. D'après ce que nous avons dit (106), les deux aimans s'attireront à toutes les distances. Concevons maintenant qu'à la place de l'aimant B, on substitue un autre aimant *b*, de même volume & de même forme, mais dont le magnétisme soit sensiblement plus foible. On demande s'il est possible que les deux aimans A, *b*, s'attirent plus fortement que ne le faisoient les deux aimans A, B. Quoiqu'il semble d'abord que la réponse doive être négative, il peut arriver cependant, que l'attraction entre les aimans A, *b*, l'emporte. Concevons en effet que le fluide magnétique se meuve avec beaucoup plus de facilité dans les pores de l'aimant *b*, que dans ceux de l'aimant B. Il pourra se faire, qu'en vertu de la répulsion de CA, sur le fluide de *be*, cette derniere partie se trouve plus évacuée que ne l'étoit la partie correspondante BE de l'aimant B. Or, la force attractive mutuelle des deux aimans, dépend, en grande partie, de la différence d'état entre leurs poles voisins. Cette différence peut donc s'accroître au point qu'elle compense au-delà la supériorité de l'aimant B sur l'aimant *b*, avant l'expérience, & alors l'attraction entre les aimans A, *b*, prévaudra sur celle des aimans A, B.

Quand même le corps *b* feroit dans l'état naturel, avant d'être approché de A, la facilité avec laquelle le fluide pénétreroit fes pores, pourroit être telle, que la même compenfation eût lieu, en vertu de l'évacuation produite dans la partie *be*, par la force répulfive du pole C; en forte qu'il feroit vrai de dire, qu'il y a tel cas, où un corps aimanté & un corps non-aimanté, fe feroient attirés plus fortement, que le premier de ces corps, & un autre corps pareillement aimanté.

122. Quand nous difons que le fluide magnétique pénétre certains corps avec plus de facilité que d'autres, on conçoit bien qu'il ne s'agit ici que d'une facilité relative, puifqu'en général le fer, ainfi que nous l'avons déja obfervé plufieurs fois, oppofe une réfiftance confidérable au mouvement de ce fluide à travers fes pores. Il fuit delà qu'il feroit impoffible de décharger fubitement un corps magnétique A (*fig.* 27), par un procédé femblable à celui que l'on emploie pour la bouteille de Leyde; favoir, en appliquant les deux extrêmités d'un fil de fer recourbé GF, fur les faces extrêmes CN, DL de l'aimant. Car, foit CN le pole pofitif, DL le pole négatif; la force répulfive de CN, refoule le fluide du fil de fer, de G vers F; en forte que celui-ci a une partie telle que G*h*, dans l'état négatif, & l'autre

partie *hF* dans l'état positif. L'action de la premiere tendra donc à attirer une partie du fluide de l'aimant A dans le fil de fer, en même-temps que la force attractive du pole DL, tendra à attirer dans l'intérieur de l'aimant une portion du fluide renfermé dans *hF*. Mais la difficulté avec laquelle le fluide magnétique se meut dans le fer, & sur-tout dans le fer dur, que l'on suppose ici être la matiere de l'aimant A, s'oppose au retour de ce fluide d'un pole vers l'autre; en sorte que la quantité de molécules qui s'échappent en pareil cas, du pole positif, pour se rendre au pole négatif, en traversant le fer, est censée nulle.

IV. De la communication du Magnétisme.

123. Il n'y a, en général, qu'une seule maniere de transmettre la vertu magnétique au fer, qui consiste à placer ce métal dans la sphere d'activité d'un corps aimanté. Les phénomenes du magnétisme se trouvent encore resserrés, à cet égard, dans des bornes plus étroites que ceux de l'électricité; puisque certains corps peuvent devenir électriques par frottement, & que tous le deviennent plus ou moins par communication.

On a remarqué, il est vrai, que plusieurs

instrumens de fer, tels que les limes, acqueroient un certain degré de magnétisme, par l'usage qu'en faisoient les Ouvriers, en les passant rudement sur les ouvrages auxquels ils vouloient donner le poli. Les corps exposés à de fréquentes secousses, comme les pincettes, se trouvent aussi assez souvent en état d'enlever de la limaille de fer par leurs extrêmités. Mais dans ces différens cas, le frottement où les secousses ne font que des moyens auxiliaires, qui contribuent à ouvrir les pores du fer ; & facilitant ainsi le mouvement du fluide dans ce métal, le rendent plus susceptible de l'action que le magnétisme du globe terrestre, ainsi que nous le verrons dans la suite, exerce sur tous les corps de la Nature, où le fer est à l'état métallique.

Il en est de même de l'action du feu, qui en dilatant le fer, donne plus de jeu au fluide magnétique dans les pores de ce métal.

124. Nous avons parlé, dans les articles précédens, de plusieurs cas, où l'approche d'un aimant communiquoit au fer la vertu magnétique. Mais la nature des procédés que l'on a imaginés pour porter cette communication au plus haut degré possible, exige que nous entrions sur cet objet dans des détails plus étendus.

Considérons d'abord, d'une maniere plus particuliere, les effets qui résultent de l'influence

d'un aimant E (*fig.* 28), dont on approche un barreau de fer B, dans l'état naturel. Quel que ſoit le pole A de l'aimant, que regarde l'extrémité C du barreau de fer, cette extrêmité (104) recevra toujours une vertu contraire à celle du pole A.

Suppoſons que ce ſoit le pole poſitif; ſon action chaſſera de C vers D, une partie des molécules voiſines de l'extrêmité C. Or, d'une part, le nombre des molécules déplacées eſt d'autant plus grand, que la partie qu'elles abandonnent eſt plus voiſine du pole A. Mais d'une autre part, plus le fluide s'accumule, plus auſſi ſon mouvement vers les parties ultérieures du barreau ſe trouve ralenti, par la difficulté qu'éprouve ce fluide à pénetrer le fer. Il y aura donc un point où il ſera tellement accumulé, que la réſiſtance qui en réſultera, fera équilibre en même-temps à l'action du pole A, & à la force répulſive mutuelle des molécules; & l'état du barreau ſera tel, que les parties voiſines de ſon extrêmité C, étant les plus évacuées, la quantité de fluide ira toujours en augmentant vers D, dans un eſpace donné, de maniere qu'à un certain terme, par exemple en *g*, le barreau ſera dans l'état naturel; paſſé ce point, le fluide continuera de s'accroître juſqu'au terme de la plus grande accumulation, que je ſuppoſe en *n*. Enfin, au-delà de *n*, le fluide

ira en diminuant progreſſivement, juſqu'à l'extrêmité D; de maniere cependant qu'il reſtera toujours au-deſſus de la quantité naturelle, en ſuppoſant que le barreau B n'ait que deux poles.

125. Mais ſi ce barreau a une certaine longueur, alors au moment où le fluide, chaſſé de l'extrêmité C (*fig.* 29), aura atteint le point de ſa plus grande accumulation, que je ſuppoſe placé en B, il commencera à repouſſer le fluide ultérieur vers l'extrêmité D; en ſorte qu'en ſuppoſant, par exemple, que le fluide abonde par excès dans la partie BF, il pourra ſe faire qu'il y ait défaut de fluide dans la partie ſuivante FG. Alors le fluide de GK exercera à ſon tour une force répulſive ſur le fluide de la partie voiſine KH, qui paſſera à l'état négatif, & ainſi de ſuite; de maniere que le barreau aura des points conſéquens, mais dont la force ſera d'autant moindre, qu'ils s'écarteront davantage de l'extrêmité C, & dont le nombre dépendra de la longueur du barreau CD.

126. Juſqu'ici nous avons ſuppoſé que le fer, après avoir reçu la vertu magnétique par communication, avoit toujours au moins deux poles, l'un poſitif, l'autre négatif. Mais on pourroit demander, s'il n'y auroit pas auſſi quelque moyen de ſe procurer un aimant qui ne poſſédât qu'une ſeule eſpece de magnétiſme, & qui attirât

ou repoussât à la fois des deux côtés, le même pole d'un autre aimant, comme on voit des corps électrisés tout entiers en plus ou en moins.

127. M. Æpinus essaya de mettre un barreau dans cet état, en employant un procédé qui, au premier coup-d'œil, sembloit devoir lui réussir. Il consiste à séparer en deux un aimant artificiel qui ait deux poles; de maniere que la ligne de séparation corresponde à peu-près au centre magnétique. On seroit tenté de croire, qu'alors une des deux parties doit se trouver toute entiere dans l'état positif, & l'autre, toute entiere, dans l'état négatif.

M. Æpinus prit un barreau quarré de fer très-dur, ayant deux lignes de côté, & dix pouces $\frac{3}{10}$ de longueur; soit AB (*fig.* 30), le barreau dont il s'agit. Notre Auteur, après l'avoir coupé en deux parties, dont la plus longue *ab* avoit 5 pouces $\frac{9}{10}$ de longueur, & la plus courte *bd* avoit 4 pouces $\frac{4}{10}$, appliqua ces deux parties sur une planche, de maniere qu'elles se rejoignoient exactement. Après les avoir fortement aimantées, comme si elles n'avoient formé qu'un seul barreau, il observa que ce barreau n'avoit que deux poles, dont le boréal étoit *md*, & l'austral *am*: le centre magnétique se trouvoit dans la partie *ab*, au point *m*, distant du point *a* de 5 pouces $\frac{1}{10}$;

en sorte qu'il étoit situé à peu-près au au milieu du barreau. M. Æpinus sépara ensuite les deux portions *ab*, *bd*, de la verge, & il remarqua que *bd*, qui auparavant n'avoit qu'une seule espece de magnétisme, présentoit deux poles différens, dont *d* étoit le boréal, & *b* l'austral; le centre magnétique se trouvoit de $\frac{4}{10}$ de pouce plus près de *b* que de *d*. Pareillement *am* avoit deux poles, savoir, le boréal situé vers *b*, & l'austral vers *a*. Le centre magnétique étoit d'un pouce $\frac{11}{20}$ plus près de *m* que de *a*.

M. Æpinus essaie d'expliquer, d'après les principes de sa Théorie, ce retour subit de chaque partie du barreau à l'état des aimans ordinaires qui ont deux poles. Mais il faut convenir que son explication n'est pas satisfaisante. Il seroit nécessaire, en effet, qu'une portion du fluide renfermé dans la partie *bd*, fût repoussée dans l'air voisin, & qu'il entrât de nouveau fluide de cet air dans la partie *ab*. Or, il paroît résulter de ces deux faits une inconséquence dans la Théorie, suivant laquelle tout le mécanisme des forces magnétiques se réduit à un simple déplacement du fluide dans l'intérieur même des corps susceptibles de l'attirer. Au reste, on peut considérer deux parties dans la Théorie de M. Æpinus: l'une concerne les actions réciproques des corps, en conséquence des quatre forces qui entrent

comme élémens dans la production des phénomenes, & l'on ne peut nier que les explications heureuses & mécaniques auxquelles conduit la supposition de ces différentes forces, n'en rendent l'existence extrêmement probable, quelle qu'en soit d'ailleurs l'origine. L'objet de l'autre partie est de déterminer la nature des agens d'où émanent les forces mentionnées, ainsi que la disposition de ces agens dans l'intérieur des corps, & cette partie est susceptible d'être encore perfectionnée, d'après ce que j'ai dit dans le Discours Préliminaire. Or, la difficulté dont il s'agit ici, ne tombe que sur cette seconde partie, & il y a lieu d'espérer que les recherches des Physiciens ajouteront à la Théorie ce qui lui manque encore de ce côté, & la concilieront par-tout avec elle-même & avec l'observation.

128. Passons à la considération de plusieurs autres résultats d'expériences, qui sont autant de conséquences naturelles des principes exposés précédemment. La résistance que le fer oppose au mouvement interne du fluide magnétique, est telle que, pendant un certain temps, elle est capable de balancer l'action des forces qui tendent à ramener un aimant dans l'état naturel; de maniere que l'équilibre subsistera, durant cet espace de temps, sans altération sensible. Le degré où cet équilibre a lieu, est ce que nous avons appellé, d'après M. Æpinus (102), *le degré*

degré de saturation d'un aimant, & l'on conçoit qu'il doit varier avec la dureté des aimans.

Cela posé, si l'on approche d'un aimant A (*fig.* 31), un barreau de fer B dans l'état naturel, il peut arriver de trois choses l'une; savoir, que la force soit attractive, soit répulsive de l'aimant A sur le barreau B, communique à ce dernier un degré de magnétisme supérieur, ou égal, ou inférieur au degré de saturation, &, suivant que l'un de ces trois cas aura lieu, le barreau B, aussi-tôt qu'on l'aura éloigné de l'aimant A, ou perdra en peu de temps une certaine quantité du magnétisme acquis; savoir, celle qui excédera le degré de saturation, ou conservera tout le magnétisme acquis.

Concevons maintenant que l'on approche successivement de l'aimant A, le barreau B, que je suppose de fer mou, & un second barreau *b* tout semblable, qui soit de fer dur. Il est clair qu'en général le degré de magnétisme acquis par le corps B, sera plus élevé que celui du corps *b*. (102). Or, si l'on examine ensuite ces deux corps, on aura des résultats singuliers, & qui paroîtront tenir du paradoxe.

Si l'aimant A est assez fort pour communiquer à chacun des barreaux B, *b*, un degré de magnétisme au-dessus du degré de saturation;

alors l'un & l'autre de ces derniers, après qu'on les aura écartés de l'aimant A, perdront toute la quantité excédente ; & comme le degré de saturation du barreau *b* est plus élevé, à raison d'une plus grande dureté, ce barreau se trouvera avoit acquis un magnétisme plus considérable que celui du barreau B.

Si l'aimant A n'est capable que de communiquer aux deux barreaux B, *b*, un degré de magnétisme inférieur au degré de saturation, alors chacun de ces barreaux étant isolé, conservera tout le magnétisme acquis ; & comme le corps B, qui est moins dur que le corps *b*, est en même-temps susceptible de recevoir un magnétisme plus fort, toutes choses égales d'ailleurs, sa force se trouvera supérieure à celle du barreau *b*, ce qui est l'inverse du premier cas.

Concevons enfin que l'aimant A ait un magnétisme, dont la relation avec la nature des corps B, *b*, soit telle que, tandis qu'il est capable de communiquer au premier un degré supérieur, ou égal, ou inférieur au degré de saturation, il ne puisse communiquer au second, dans tous les cas, qu'un degré inférieur à celui de saturation. Alors, suivant le degré acquis par B, il pourra arriver qu'après la séparation des deux corps d'avec l'aimant A, tantôt le magnétisme de B

paroiſſe l'emporter, tantôt ce ſoit le magnétiſme de *b*, tantôt, enfin les deux corps ſe trouvent avoir le même degré de magnétiſme.

129. Il ſuit encore delà, que le degré de ſaturation étant le plus élevé que puiſſe conſerver pendant un certain temps un corps abandonné à lui-même (128), ſi un aimant A a communiqué ce degré à un corps B, qu'enſuite on approche ce corps d'un aimant plus vigoureux, & enfin qu'on l'en ſépare, il ne paroîtra avoir reçu du ſecond aimant aucun ſurcroît de magnétiſme. Au contraire, ſa force ſe trouvera augmentée, ſi le premier aimant avoit été trop foible pour élever ſon magnétiſme juſqu'au degré de ſaturation.

130. On conçoit, d'après ce qui vient d'être dit, la raiſon de la diverſité que l'on trouve entre les Auteurs qui ont parlé du magnétiſme, les uns prétendant que l'acier le plus dur eſt en même-temps le plus ſuſceptible d'acquérir une grande force magnétique, & les autres préférant un acier moins dur. Ces Auteurs rejettoient ainſi ſur la nature des divers aciers, une différence qui tenoit plutôt à la vertu plus ou moins puiſſante des aimans qu'ils avoient employés pour communiquer le magnétiſme à l'acier.

131. On a obſervé depuis long-temps qu'un aimant, en communiquant un certain degré de vertu magnétique à un barreau de fer dans l'état

naturel, ne perdoit rien de sa force, & cet effet a dû paroître inexplicable à ceux qui supposoient que le fluide magnétique passoit du corps qui communiquoit le magnétisme à celui qui le recevoit. Mais on voit avec quelle facilité on rend raison du même effet, dans les principes de M. Æpinus, puisque toute l'action d'un aimant sur un corps non-aimanté, se borne à transporter le fluide naturel renfermé dans ce dernier, d'une extrêmité vers l'autre. Il y a plus; c'est que la vertu de l'aimant, loin d'être altérée par cette opération, doit, au contraire, en être augmentée. Car à peine le barreau soumis à l'action de cet aimant, a-t-il reçu lui-même un commencement de magnétisme, qu'il agit de son côté sur l'aimant; & comme les poles, par lesquels l'un & l'autre se regardent, ont des qualités opposées, le pole du barreau, suivant qu'il est positif ou négatif, contribue, soit à évacuer encore davantage le pole correspondant de l'aimant, soit à y attirer une nouvelle quantité de fluide, d'où il suit que l'aimant doit en recevoir un surcroît de force.

132. Ces principes s'appliquent, comme d'eux-mêmes, à un fait remarquable & connu de tous les Physiciens. C'est que l'adhérence du fer à l'aimant fait croître, quoique lentement, la vertu de celui-ci. On a observé encore qu'un

aimant qu'on avoit chargé d'abord de toute la quantité de fer qu'il pouvoit porter, se trouvoit, au bout d'un certain temps, capable de soutenir un poids plus considérable. Mais alors, si l'on détache ce poids, l'aimant perdant aussi-tôt tout ce qu'il avoit acquis au-dessus de son degré de saturation, en vertu de l'action que le poids exerçoit sur lui, n'est plus en état de soutenir la même charge, & ne recouvre que peu à peu sa premiere force.

133. Ceci nous conduit naturellement à parler des armures, c'est-à-dire, des morceaux de fer mou que l'on applique contre les aimans, & qui contribuent, soit à en conserver la vertu, soit même à l'augmenter.

Que DEGF (*fig. 32*), représente un barreau de fer d'une certaine épaisseur, appliqué par le milieu au pole positif A d'un aimant AB. Soit *a* le point dans lequel on peut supposer la force répulsive de ce pole, concentrée. Cette force s'exercera sur les molécules situées immédiatement au-dessous du point *a*, suivant une direction perpendiculaire à la ligne DE, & sur toutes les autres molécules, suivant des directions plus ou moins obliques à DE. Or, il est facile de concevoir que la partie du barreau, qui se trouvera évacuée en vertu de toutes ces différentes actions, sera terminée par une courbe HIK, dont le sommet I répondra au point *a*.

Si A étoit le pole négatif de l'aimant, il y auroit, au contraire, excès de fluide dans l'espace HIK, & tout le reste du barreau passeroit à l'état négatif.

Si l'on diminue l'épaisseur du barreau, de maniere à supprimer, par exemple, la partie NFGO, les molécules refoulées par la force répulsive du pole A, n'éprouvant plus autant de résistance de la part de celles qui sont situées dans la partie qui passe à l'état positif, la partie évacuée prendra plus d'étendue que dans le cas précédent. Enfin, on conçoit que l'épaisseur du barreau peut devenir telle, que toute la partie du milieu se trouve évacuée, comme dans le cas où DESR représenteroit la coupe du barreau. L'effet contraire auroit lieu, si A étoit le pole négatif de l'aimant. Cela posé, imaginons que l'on applique aux extrémités BC, AD (*fig. 33*), d'un aimant, soit naturel, soit artificiel, deux armures minces de fer doux, BGHI, AMLK, & que BC soit le pole positif, & AD le pole négatif de l'aimant. Il est clair qu'à cause de la répulsion que BC exerce sur le fluide de BGHI, ce fluide sera refoulé de maniere que la partie évacuée pourra être représentée par la courbe B*ad*C, d'où il suit que le pied IH de l'armure passera à l'état positif. D'une autre part, il y aura dans la branche AMLK un certain espace curviligne, tel que A*fg*D, qui passera à l'état positif, en

vertu de la force attractive du pole AD; en sorte que le pied LK de l'armure acquerra le magnétisme négatif.

Les corps de fer mou, auxquels on suspend la charge de l'aimant, sont mis en contact avec les surfaces inférieures LK, IH de l'armure. Celle-ci, comme on voit, ayant de chaque côté le même magnétisme que le pole correspondant, ajoute une nouvelle force à celle que l'aimant exerce pour soutenir la charge. Mais elle produit encore les deux effets que nous avons indiqués ci-dessus. Car la partie A*fg*D, qui est dans l'état négatif, contribue à retenir dans le pole AD le fluide qui y abonde, & cet effet n'est que légérement balancé par la force contraire de la partie excédente D*klg*, qui ne correspond qu'à une petite portion de la surface du pole AD. Pareillement la partie B*ad*C, qui est dans l'état positif, tend à maintenir dans le pole AB le magnétisme contraire. Mais de plus, l'action de chacune des deux branches ajoute sensiblement, avec le temps, à la force du pole qui lui correspond (132), en contribuant, soit à évacuer encore davantage le pole négatif, soit à attirer de nouveau fluide dans le pole positif.

Il suit de ce qui précéde, qu'il y a, par rapport aux branches BG*d*C, AM*g*D, de l'armure, un *maximum* d'épaisseur, d'où résulte le plus grand

effet possible. Pour que ce *maximum* ait lieu, il faut que le magnétisme positif ou négatif de chacune de ces branches, & en même-temps celui des pieds HI, LK de l'armure, soient aussi grands qu'ils puissent l'être. Or, si les branches sont trop épaisses, elle se trouveront dans le cas du barreau DFGE (*fig.* 32), & leurs parties situées vers GH, ML (*fig.* 33), ayant un magnétisme opposé à celui des parties voisines des poles, le magnétisme de celles-ci ne parviendra pas à tout l'accroissement dont il est susceptible. Si, au contraire, les branches sont trop minces, on conçoit aisément que les pieds de l'armure n'acquerront pas toute la vertu qui leur eût été communiquée dans le cas d'une épaisseur plus considérable. Il est donc intéressant, pour la perfection d'un aimant que l'on veut armer, de chercher la limite qui donne le *maximum* de vertu, ce qui ne peut se faire qu'à l'aide de divers tâtonnemens.

134. Jusqu'ici nous n'avons considéré que les méthodes d'aimanter, qui se pratiquent en mettant un aimant en contact avec un fer non-aimanté, ou en les tenant à une petite distance l'un de l'autre. Mais comme il étoit intéressant pour les Physiciens de communiquer une plus grande vertu aux aiguilles de boussole, que celle qui résulte des opérations précédentes, on a imaginé

différens procédés pour y parvenir. Le plus simple de tous consiste à frotter une verge de fer ou une aiguille DE (*fig. 34*), avec un aimant AB, dont on fait glisser le pole A dans toute la longueur de la verge, en répétant plusieurs fois l'opération, & toujours dans le même sens. On trouve alors que l'extrêmité D par laquelle les frictions ont commencé, a le même magnétisme que le pole A, & que l'extrêmité E, qui a reçu la derniere friction, est douée du magnétisme contraire, ce qui est une conséquence nécessaire de la Théorie (*a*). Car, tandis que le pole A, que je suppose positif, est appliqué sur la partie DC de la verge de fer, il repousse le fluide de cette partie, & le fait refluer dans les parties voisines CF, FG, GH, &c; parvenu ensuite sur la partie CF, il repousse le fluide de cette partie vers D & vers E; d'où il suit que la partie DC recouvrera une certaine portion du fluide qu'elle avoit perdu, tandis que la partie CF deviendra néga-

(*a*) Tel est le procédé indiqué par l'Auteur. Mais il paroîtroit plus avantageux de commençer l'opération à une certaine distance du point D, pour n'être point dans le cas de produire d'abord un effet contraire au but de l'opération, & qu'il faut ensuite détruire. Dans les frictions suivantes, on pourroit se rapprocher par degrés du point D, en évitant cependant d'y arriver.

tive, de positive qu'elle étoit. A mesure que le pole A passera successivement sur chacune des parties FG, GH, HI, &c, il fera sortir de ces parties une portion du fluide qu'elles contenoient, pour le chasser vers E & vers D; en sorte que toutes les parties un peu éloignées du point de contact, deviendront positives, par l'accumulation du fluide, & qu'il n'y aura que la partie en contact avec le pole A, & les parties situées à une petite distance, qui soient dans l'état négatif. Enfin, lorsque le pole A sera parvenu à l'extrêmité E du barreau DE, il rendra cette extrêmité négative; & l'expérience prouve, qu'alors le pole D ayant acquis par des degrés successifs plus de fluide qu'il n'en avoit d'abord perdu, se trouve dans l'état positif.

Si l'on recommence l'opération, le pole D ayant un excès de fluide, sera moins évacué par l'action du pole A, que la premiere fois où il n'avoit que sa quantité naturelle; d'où il suit que pendant le passage de l'aimant sur les parties ultérieures CF, FG, &c, le pole D acquerra plus de fluide qu'il n'en avoit à la fin de la premiere opération; en sorte que plusieurs frictions successives augmenteront le magnétisme du barreau. Mais ces effets seront très-limités, parce que le pole A détruit continuellement presque tout le magnétisme qu'il avoit produit dans chaque

partie du barreau ; en forte que cette maniere d'aimanter, ainsi que l'atteste l'expérience, est peu avantageuse, & seulement un peu plus efficace que ne le feroit le simple contact du pole A, appliqué à l'extrêmité E du barreau. Car, comme ce pole, dans le cas d'une friction, agit immédiatement sur tous les points du fer, quoiqu'il produise à chaque point un effet contraire à celui qu'il avoit produit précédemment ; cependant la somme de toutes les petites accumulations du fluide qui se porte vers D, à mesure que l'aimant, parvenu à une certaine distance de ce point, s'avance vers l'extrêmité E, cette somme, dis-je, est un peu au-dessus de l'effet unique, résultant du simple contact du pole A, qui n'agit alors immédiatement que sur un seul point du barreau, & demeure toujours éloigné du point opposé, de toute la longueur de ce barreau.

135. Si, après avoir aimanté un barreau par le procédé qui vient d'être décrit, on prend un second aimant plus foible que le premier, & qu'on le passe de la même maniere sur le barreau déja aimanté, celui-ci se trouvera avoir perdu une quantité sensible de sa force magnétique. Cet effet singulier, que Muschenbroeck a cité dans les Mémoires de l'Académie *Delcimento*, seconde partie, page 80, s'explique très-bien

dans les principes de la Théorie de M. Æpinus. Car, si l'extrêmité D, par exemple, étoit le pole positif du barreau, après les frictions du premier aimant, il est clair qu'en appliquant sur D le pole positif du second aimant, on détruit en partie l'effet du premier. La même chose a lieu, par rapport à tous les autres points situés vers E. Il est vrai qu'à mesure que le second aimant s'approche de E, il refoule de nouveau fluide vers D. Mais comme il a moins de force que le premier aimant, il repousse plus foiblement les molécules; en sorte que le point D, ainsi que les suivans, ne recouvrent pas tout le fluide qu'ils avoient perdu, en vertu du passage immédiat de l'aimant sur chacun d'eux (*a*). Le

(*a*) On pourroit objecter que, si le second barreau, en allant de D vers E, n'est pas capable de faire entrer autant de fluide, par exemple, dans la partie DC, que le premier n'y en eût fait entrer, à l'aide du refoulement, comme, d'une autre part, il en avoit moins fait sortir, il semble que tout se trouve compensé. Mais cette compensation n'a pas lieu. Car, supposons le fluide de la partie DC divisé en dix portions, après un nombre quelconque de frictions faites par le premier barreau. Supposons de plus, qu'en reportant sur DC le pole positif du barreau, on fasse sortir trois parties de fluide, & qu'en le faisant ensuite glisser jusqu'en E, on fasse rentrer cinq parties; le segment CD se trouvera avoir acquis deux parties, c'est-à-dire,

barreau perdra donc nécessairement de sa vertu, pendant les frictions du second aimant.

Si cependant cet aimant avoit peu de dureté, & que le barreau lui-même fût d'un fer très-dur, & eût acquis une grande vertu par les frictions du premier aimant, il pourroit se faire que la force répulsive du pole D sur le pole A fût telle, que celui-ci devînt négatif de positif qu'il étoit; & alors les frictions du second aimant, loin de détruire la vertu du barreau, ne pourroient que l'augmenter.

Si, au lieu d'un second aimant, on employoit un barreau de fer mou non-aimanté, il est clair que le barreau acquerant aussitôt une vertu négative dans le pole en contact avec D, il pourroit arriver la même chose que dans le cas précédent, & il est singulier de dire qu'un barreau non-aimanté augmente, par ses frictions, la vertu

---

les $\frac{2}{3}$ en surplus de ce qui étoit sorti. Supposons maintenant qu'en plaçant sur DC le pole positif du second barreau, au lieu de celui du premier, on n'eût fait sortir que deux parties de fluide au lieu de trois; alors, pour que l'effet de la friction vers E se trouvât égal à celui de la friction du premier barreau, il faudroit qu'elle fît entrer quatre portions de fluide dans DC, c'est-à-dire, le double de ce qui feroit sorti. Or, il est évident que le barreau n'a pas assez de vertu pour produire cet effet.

d'un barreau aimanté, tandis qu'il peut se faire qu'un véritable aimant la diminue.

136. On connoît un autre procédé beaucoup plus efficace, inventé par M. Micheli, & qui porte le nom de *méthode du double contact*. Voici en quoi il consiste. On prend deux barreaux aimantés AN, BQ (*fig. 35*), que l'on dresse verticalement à une petite distance l'un de l'autre, de maniere que leurs poles opposés soient tournés du même côté. Concevons que A soit le pole positif du barreau AN, & B le pole négatif du barreau BQ. Ayant placé ces deux barreaux sur la verge DE que l'on se propose d'aimanter; en sorte que leurs poles A, B, soient à égale distance des extrêmités D, E, on les fait glisser d'un bout à l'autre de cette verge, en les maintenant toujours écartés entr'eux de la même quantité, & sans leur permettre de dépasser les extrêmités. Ainsi, quand le pole B, par exemple, est arrivé près du point E, on ramene les deux barreaux dans la direction opposée vers le point D; & on recommence comme la premiere fois. Lorsqu'après plusieurs frictions, les barreaux se retrouvent vers le milieu de la verge DE, on les enleve suivant leur direction perpendiculaire à cette verge. Alors celle-ci se trouve beaucoup plus fortement aimantée que dans aucun des cas

précédens ; & cela de maniere qu'une moitié FE, ou à peu-près, de sa longueur, est dans l'état positif, & l'autre moitié DF dans l'état négatif, à moins que cette longueur ne soit telle, que la verge ait acquis des points conséquens.

Examinons plus en détail les effets que doit produire cette méthode. Soit *m* une molécule de fluide située vers le milieu F de la verge DE. Le pole positif A tend à repousser cette molécule, suivant la direction *mq*, tandis que le pole négatif B tend à l'attirer dans la même direction. Il en faut dire autant de toutes les autres molécules situées entre les poles AB. Concevons que les deux aimans soient portés vers E. A mesure qu'ils s'approchent de ce point, le fluide renfermé entre leurs poles, est sollicité à tendre vers cette extrémité ; en sorte que les actions simultanées des deux poles A, B, conspirent à l'accumuler dans toute la moitié FE de la verge DE. Pendant le retour des deux aimans de E vers D, le fluide étant continuellement sollicité à se mouvoir dans la direction *mq*, il est clair que les parties situées vers D s'évacuent sans cesse, & que celles qui sont voisines de E continuent de se remplir.

Les poles A, B, agissent aussi sur les autres molécules, telles que *n*, *q*, qui ne sont pas

interceptées entr'eux; par exemple, le pole A tend à repousser la molécule *n* vers D, & par conséquent nuit à l'effet général que l'on a en vue d'obtenir. Mais en même-temps le pole B attire cette molécule vers E; si elle se trouvoit à égale distance des poles A, B, que l'on suppose de même force, elle ne seroit ni attirée, ni repoussée, & resteroit immobile; en sorte que l'effet total n'en souffriroit aucune altération. Mais la molécule étant plus éloignée du pole B que du pole A, celui-ci a plus d'action sur elle; en sorte qu'elle est repoussée vers D, en raison de la différence des forces de A & de B. Cependant, comme les deux poles sont à une petite distance l'un de l'autre, cette différence est peu considérable, & l'action des deux poles sur la molécule *n*; (il en faut dire autant de cette action sur une autre molécule *q* située vers E), n'occasionne aucun changement bien sensible dans le fluide situé hors de l'intervalle de ces poles. Et, comme d'ailleurs cette action opere très-efficacement dans l'intervalle dont il s'agit, on conçoit comment cette méthode d'aimanter doit produire un grand effet sur la verge DE.

137. Il résulte de cette méthode un autre avantage précieux, qui consiste en ce que le centre magnétique se trouve précisément au milieu de la verge, ce qui est très-intéressant par rapport

aux

aux aiguilles de bouſſole. Cet effet provient, & de ce que les forces qui tendent à accumuler le fluide d'une part, ſont égales à celles qui tendent à le repouſſer de l'autre, & de ce que le nombre des frictions ſur les deux moitiés DF, FE de la verge, eſt le même pour l'une & l'autre, en ſuppoſant, comme nous l'avons dit, qu'après avoir conduit d'abord les aimans de F en E, on les ramene de D en F, pour terminer l'opération au point F.

138. La force des poles a néceſſairement une limite, paſſé laquelle on continueroit inutilement l'opération pour augmenter le magnétiſme de la verge DE. Cette limite a lieu, lorſque la force répulſive mutuelle des molécules qui ſe ſont accumulées dans la partie FE eſt telle, que l'action qu'elle exerce ſur la molécule *m*, par exemple, fait équilibre à la force qu'exercent les poles A, B, pour chaſſer cette molécule vers E.

139. On ſeconde l'action des poles A, B, en plaçant la verge DE entre deux aimans G, H, (*fig.* 36), dont les poles, qui regardent les extrêmités D, E, ſont dans un état contraire à celui que l'on ſe propoſe de produire dans ces mêmes extrêmités. On peut auſſi ſubſtituer aux aimans G, H, deux parallélipipedes de fer doux, qui produiront à-peu-près le même effet. On en

conçoit aisément la raison, d'après ce qui a été dit plus haut.

140. On a ordinairement au moins quatre barreaux, dont deux, savoir, GH, FE (*fig. 37*), que l'on suppose avoir déja un commencement de magnétisme, sont disposés, comme le représente la figure, entre deux parallélipipedes de fer mou BA, DC; en sorte que si G, par exemple, est le pole boréal du barreau GH, E doit être le pole austral du barreau EF. On prend les deux autres barreaux dont on se sert, comme pour la méthode du double contact que nous avons exposée plus haut, en les faisant passer à plusieurs reprises, d'abord sur toute la longueur d'un des barreaux GH, puis sur celle du barreau FE; & enfin sur les faces inférieures des mêmes barreaux, après avoir retourné ceux-ci. On conçoit que, dans cette opération, les parallélipipedes de fer doux, & celui des deux barreaux, que l'on n'aimante pas actuellement, contribuent à seconder l'action des deux barreaux que l'on tient à la main, par rapport à celui sur lequel on opere.

On substitue ensuite les deux barreaux qui ont servi à aimanter les autres, à la place de ceux-ci, auxquels on fait faire la même fonction, en les employant pour augmenter la vertu des deux premiers, & ainsi de suite; en sorte que les

aimans pris deux, à deux se succedent les uns aux autres, jusqu'à ce qu'ils aient acquis tout le magnétisme dont ils sont susceptibles, après quoi l'on s'en sert pour aimanter des aiguilles de boussoles, & autres corps de la même nature.

141. L'avantage de la méthode du double contact dépend, comme on l'a vu, de ce que les particules interceptées entre les poles A, B, (*fig.* 35), éprouvent, de la part de ces poles, deux actions simultanées, qui concourent à l'effet que l'on se propose d'obtenir, tandis que les particules situées hors de l'intervalle des mêmes poles, ne sont sollicitées que par de très-petites forces contraires à l'action des deux poles, relativement au but général de l'opération. Il semble d'abord, que la position la plus favorable que l'on puisse donner aux aimans AN, BQ, pour produire un très-grand effet, soit celle où les poles A, B, seroient le plus rapprochés qu'il est possible l'un de l'autre. Car, dans ce cas, chacun des deux poles étant très-voisin de la molécule *m*, son action sur cette molécule paroît devoir être très-puissante. D'une autre part, nous avons vu (136), que plus les poles A, B étoient rapprochés, & moins l'action perturbatrice qu'ils exerçoient sur les molécules *n*, *q*, étoit sensible.

Mais il s'en faut bien que ce raisonnement soit exact. Observons en effet, que la force d'un

barreau magnétique agit diversement des différens points de ce barreau; par exemple, la partie inférieure du barreau AN, étant dans l'état positif, tandis que la partie supérieure est dans l'état négatif, il est clair que les actions des deux parties ne sont pas inhérentes aux points A, N, mais qu'elles sont composées d'une multitude d'actions particulieres, qui partent des différens points du barreau. Or, toutes ces actions, d'après les principes de la statique, peuvent être considérées, comme réduites en une seule qui seroit leur résultante. Supposons donc que *r*, *s*, soient les deux points dans lesquels toutes ces actions sont censées être réunies. Nous appellerons dans la suite ces points *les centres d'actions*. Cela posé, il faut considérer les forces des deux barreaux AN, BQ, comme si elles agissoient des points *r*, *s*, suivant les lignes *rm*, *sm*, qui seront nécessairement obliques par rapport à la longueur DE du barreau. Dans ce cas, chacune des forces se décompose en deux autres, l'une perpendiculaire sur DE, l'autre parallele à cette même ligne; or, la force qui agit, suivant la premiere direction, ne pouvant contribuer au mouvement de la molécule *m* vers E, il n'y a que la force parallele à DE, qui tende à produire l'effet que l'on a en vue d'obtenir.

Prolongeons indéfiniment les lignes *rm*, *ms* (*fig.* 38), & prenons ſur ces lignes ainſi prolongées, les parties *mt*, *mp*, égales entr'elles, & qui ſoient cenſées repréſenter les forces, ſuivant *rm*, *sm*. Si l'on termine le parallélogramme *mtpq*, la diagonale *mq* de ce parallélogramme repréſentera l'action des deux forces, ſuivant *rm*, *ms*, relative au but de l'opération.

Or, il eſt évident que cette diagonale croît à meſure que l'angle *rms* des deux forces devient plus ouvert. Mais en même-temps les diſtances *r*, *s*, des centres d'actions augmentent; d'où il ſuit que les deux forces diminuent à cet égard, & que la force réelle, repréſentée par la partie de la direction *mq* qui lui eſt proportionelle, décroît auſſi ſous même rapport; en ſorte qu'à une diſtance infinie, chacune des deux forces *rm*, *ms*, étant réduite à zéro, la force repréſentée par la diagonale, eſt elle-même zéro. D'une autre part, plus la diſtance entre les points *r*, *s*, eſt petite, plus, à cet égard, les deux forces augmentent. Mais en même-temps leurs directions devenant plus oppoſées à celle de la diagonale, la force, repréſentée par cette diagonale, diminue; en ſorte qu'elle devient nulle dans le cas où les deux centres *r*, *s*, ſont cenſés ſe confondre en un ſeul point.

On voit donc qu'il y a, par rapport à l'angle

rms, une certaine mesure moyenne, qui donne pour la force dont il s'agit, la plus grande valeur possible. Cette mesure dépend de la loi suivant laquelle agit le fluide magnétique, à raison des distances. M. Æpinus suppose que cette action est simplement en raison inverse des distances, & il trouve que la force qui agit dans la direction *mq*, est la plus grande possible, lorsque *rf* est égale à *fm*, c'est-à-dire, lorsque l'angle *rms* est droit (*a*).

(*a*) Ceux qui possedent les premiers élémens de la Géométrie, ne seront peut-être pas fâchés de trouver ici une démonstration fort simple de ce cas, que j'ai substituée à celle que M. Æpinus donne par le calcul différentiel. Elle servira à leur faire mieux concevoir en quoi consiste le *maximum* de force dont il s'agit. Soient *rm*, *op*, *gu*, &c. (*fig.* 39), plusieurs positions successives d'un des barreaux, dont on suppose le centre d'action aux points *r*, *o*, *g*, &c. Du milieu C de *rm*, traçons la demi-circonférence *rzm*; menons les lignes *mo*, *mg*, &c, & par les points *a*, *b*, &c, où ces lignes coupent la demi-circonférence, faisons passer *ak*, *bx*, &c, perpendiculaires sur le diametre *rm*. Menons enfin les cordes *ra*, *rb*, &c, qui seront évidemment perpendiculaires sur *mo*, *mg*, &c.

Les forces étant supposées agir en raison inverse des distances, la force au point *r* est à la force au point *o*, comme *om* est à *rm*. Mais dans le triangle rectangle *rom*, *rm* est moyenne proportionnelle entre *om* & *am*,

Mais M. Coulomb a prouvé, ainsi qu'on le verra plus bas, que le magnétisme agit comme l'électricité (39), c'est-à-dire, en raison inverse des quarrés des distances. J'ai cherché quel étoit dans ce cas le *maximum* de la force suivant *mq*, & j'ai trouvé qu'il avoit lieu lorsque la ligne *fm* étoit à la ligne *rf*, dans le rapport du côté du quarré à la diagonale, c'est-à-dire, lorsque l'angle *rms* étoit de $70^d \frac{1}{2}$ à peu-près (*a*). Cet

---

d'où il suit qu'à la place du rapport *om* est à *rm*, on peut substituer le rapport *rm* est à *am*. Donc, si l'on représente maintenant par *rm* la force au point *r*, celle au point *o* sera représentée par *am*. On prouvera de même à l'aide du triangle rectangle *rgm*, que la force au point *g* est représentée par *bm*. Mais la force *am*, par exemple, étant oblique, se décompose en deux directions, l'une *km*, l'autre *ak*, & la seule qui agisse pour faire avancer la molécule *m* vers *n*. Par une raison semblable, la force *bm*, relativement au même effet, se réduit à *bx*. Or, tous les points *a*, *b*, &c, étant sur la circonférence d'un cercle, il s'ensuit que la plus grande force sera le rayon *cz*; ce qui a lieu lorsque l'angle *rmi* ou *rmz* est de 45^d.

(*a*) La véritable valeur de cet angle est $70^d, 31', 44''$. Tel est le résultat que m'a donné directement le calcul différentiel. On pourroit aussi le déduire des propriétés du cercle par la Géométrie simple. Car en raisonnant comme ci-dessus, & en substituant à la place des lignes *om*, *rm*, &c, leurs quarrés $\overline{om}^2$, $\overline{am}^2$, &c, on trouvera que la force oblique est ici représentée par $\overline{am}^2$,

angle ne peut être déterminé que par le calcul. Mais on conçoit, à l'aide de la seule raison, qu'il doit être sensiblement moindre que celui de 90ᵈ, qui a lieu pour le cas du rapport inverse des simples distances. Car, dans l'autre cas, les forces décroissant en plus grand rapport, doivent atteindre plutôt la limite qui donne leur *maximum*; en sorte que les positions d'où dépendent cette limite, interceptant un espace plus resserré;

---

ou $\overline{bm}^2$, &c, au lieu de l'être simplement par *am* ou *bm*. Or, dans ce dernier cas, la force réelle est à son *maximum*, lorsque le produit *mk* par *kr* des deux parties du diametre est le plus grand possible, c'est-à-dire, lorsque *mk* égale *kr*; ce qui a lieu au centre C. Mais, à cause du triangle rectangle *mar*, *am* est moyenne proportionnelle entre *mk* & le diametre *mr*, qui est une constante; d'où il suit que le quarré de la force oblique croît & décroît comme *mk*. Donc, lorsque la force oblique est égale au quarré même de *am*, comme dans le cas présent, le produit *mk* par *kr*, devient $\overline{mk}^2$ par *kr*. Or, ce produit est le plus grand possible, lorsque *mk* est double de *kr*, comme il est aisé de le sentir, en faisant l'opération sur des nombres. Par exemple, le plus grand produit du quarré d'une des parties de 12 par l'autre partie, a lieu, lorsque ces deux parties sont 8 & 4; ce qui donne quatre fois 64, ou 256 pour le *maximum* cherché. Maintenant le cas où *mk* est double de *kr*, est aussi celui où *mk* est à *ak*, comme la diagonale du quarré est au côté. Donc, &c.

l'angle dont les côtés s'étendent aux extrêmités de cet espace, doit par-là même se trouver plus petit.

Il suit encore des expériences & des calculs du savant Académicien que nous venons de citer, que dans un barreau de 25 pouces de longueur, les centres d'action des poles sont à environ dix lignes de distance des extrêmités. Or, en supposant que les deux barreaux AN, BQ (*fig.* 35), aient cette dimension, & en négligeant l'action du pole supérieur, qui est peu sensible, parce qu'elle s'exerce très-obliquement sur la molécule *m*, on trouve que le *maximum* de force a lieu, lorsque les deux barreaux sont écartés l'un de l'autre d'un peu plus de 14 lignes.

Il faut donc reconnoître que la méthode du double contact, telle que l'ont employée MM. Micheli & Canton, quoique préférable à toutes celles qui avoient été imaginées jusqu'alors, a un défaut essentiel. Car, comme en faisant usage de cette méthode, on est obligé de tenir les poles A, B, à une certaine distance, pour ne pas trop affoiblir leur vertu, il arrive delà que les parties des forces qui agissent sur les molécules *n*, *q*, & qui tendent, ainsi qu'on l'a vu, à détruire l'effet principal de l'opération, conservent toujours une quantité sensible de leur action perturbatrice.

142. On peut vérifier ceci par l'expérience,

en prenant deux barreaux magnétiques, que l'on placera perpendiculairement ſur une des faces d'un autre barreau DE (*fig.* 40), qui ſoit de fer mou, de maniere que A par exemple, étant le pole poſitif d'un des aimans, B ſoit le pole négatif de l'autre. Il eſt évident que, dans cette circonſtance, chacun des poles A, B, tend à communiquer à la partie du barreau DE, qui eſt en contact avec lui, un magnétiſme contraire au ſien, & que parconſéquent il exerce une force attractive ſur cette partie. Or, la quantité de magnétiſme acquiſe par les parties GF, FH, ſituées ſous les poles A, B, dépendant, juſqu'à un certain point, de la diſtance des centres d'action, l'attraction de ces mêmes poles ſur le barreau DE, dépend auſſi de cette diſtance. Cela poſé, ſi l'on tient d'abord les deux barreaux en contact l'un avec l'autre, & qu'on les écarte enſuite peu-à-peu, on obſervera que leur force attractive, par rapport au barreau, qui d'abord étoit preſque nulle, croîtra juſqu'à une certaine limite, paſſé laquelle elle ira en diminuant.

143. M. Æpinus a imaginé un moyen pour perfectionner la méthode du double contact, & en augmenter notablement l'effet. Nous avons vu que, dans le cas où les centres d'action étoient placés en *r* & en *s*, (*fig.* 35), l'angle *rms* le plus favorable, étoit celui de $70^d \frac{1}{2}$ (141).

Mais ceci ſuppoſe que l'on n'eſt pas maître de rapprocher ces centres, de la verge DE, c'eſt-à-dire, que les barreaux AN, BQ, conſervent une poſition verticale. Car, il eſt clair que ſi, par quelque moyen, on pouvoit ramener les centres d'action plus près de DE, en conſervant la même longueur aux barreaux AN, BQ, l'action des deux poles ſur la molécule *m*, augmenteroit toujours de plus en plus. Alors en effet, la partie *fm*, ou *mh* (*fig.* 38), qui repréſente l'action des poles, deviendroit toujours plus grande, à proportion de la partie *rf*, *sg*, qui repréſente la force perdue; en ſorte que ſi les centres d'action ſe trouvoient ſur la même ligne que le point *m*, l'action des poles ſur la molécule *m* ſeroit à ſon *maximum*. Cela poſé, concevons que l'on incline les barreaux AM, BN, (*fig.* 42), de maniere que les centres d'action *r*, *s*, décrivent les arcs *r*R, *s*S; il eſt clair qu'alors les centres ſe rapprocheront de la verge ED, d'où il ſuit que, dans cette poſition, l'action des barreaux ſur la molécule *m* s'accroîtra conſidérablement. Cette méthode permet de rapprocher les poles A, B, beaucoup plus que celle de MM. Micheli & Canton, puiſque l'on n'a plus à craindre que cette proximité n'altere les forces ſimultanées des barreaux ſur la molécule *m*.

Mais de plus, un grand inconvénient de la

méthode du double contact, consiste en ce que l'attraction & la répulsion des centres d'action sur les molécules n, q, tendent à détruire l'effet principal. Or, la méthode de M. Æpinus pare encore, en grande partie, à cet inconvénient. Car les centres r, s, venant à dépasser les molécules situées vers n, p, pendant l'inclinaison des barreaux, l'action de ces centres s'exerce alors sur les molécules dont il s'agit, dans les mêmes directions que sur la molécule m, & concourt ainsi au succès de l'opération, au lieu d'y faire obstacle.

Pour procéder suivant cette méthode que M. Æpinus appelle *Méthode du double contact corrigée*, il ne s'agit donc que d'incliner les barreaux magnétiques ML, IK, comme on le voit (*fig.* 42), en laissant simplement entre leurs poles une distance de quelques lignes, & de maniere qu'ils fassent avec la verge EF un petit angle de 15 ou 20 degrés. Du reste, on opere comme par la méthode du double contact. La comparaison des effets produits successivement par l'une & l'autre méthode, à l'aide des mêmes barreaux, conspire, avec la Théorie, à prouver la supériorité de la seconde.

144. Il semble d'abord qu'il seroit encore plus avantageux de coucher tout-à-fait les barreaux ML, IK, sur la verge EF, puisqu'alors l'effet

des centres d'action seroit le plus grand possible. Mais il faut observer que dans ce cas, les poles L, E, (& il en faut dire autant des poles K, F), se trouveroient en contact, à chaque friction; &, comme ces poles ont un magnétisme homogene, le pole L tendroit à détruire le magnétisme déja communiqué au pole E, & ainsi des deux autres poles; au lieu que si l'on écarte ces poles d'une certaine quantité, cette cause destructive devient peu sensible.

145. Ce qui précéde nous conduit à une remarque importante sur les aimans naturels garnis d'une armure. Car, si un pareil aimant, que l'on suppose être d'une bonne qualité, a une telle longueur, que les poles de son armure soient à une distance beaucoup plus grande ou plus petite, l'un à l'égard de l'autre, que ne l'exige le cas du *maximum*, on conçoit que cet aimant n'acquerra point, à l'aide de l'armure, une vertu aussi considérable qu'on eût pu l'espérer. Au contraire, un aimant d'une moindre qualité, mais qui auroit une juste longueur, pourra acquérir, proportion gardée, plus de vertu que le précédent, par le moyen de l'armure. C'est probablement delà que viennent, du moins en partie, les phénomenes singuliers que l'on a observés en armant des aimans naturels, & dont on lit le détail dans les différens Auteurs qui ont écrit sur le magnétisme.

146. Il suit encore de ce qui a été dit plus haut, que la force des aimans faits en forme de fer-à-cheval, dépend beaucoup de leur courbure, puisque celle-ci détermine l'écart des poles C, D, (*fig.* 43), que l'on n'est plus le maître de faire varier. Or, comme les centres d'action de ces poles sont très-rapprochés des extrêmités (141), & que l'angle le plus favorable sous lequel agissent les directions des forces qui partent des centres d'action, est un angle aigu de $70^d \frac{1}{2}$, il en résulte que l'écart qui donne le *maximum* d'action doit être peu considérable à proportion de la longueur des branches. Mais ce rapport ne peut gueres être déterminé avec précision, que par l'expérience.

147. Voici ce que prescrit l'Auteur, pour aimanter fortement un fer courbé en fer-à-cheval. Après avoir couché ce fer à plat sur une table, placez à ses extrêmités C, D (*fig.* 43), les deux poles opposés de deux barreaux aimantés AC, BD, de maniere que les longueurs de ceux-ci soient perpendiculaires aux branches du fer-à-cheval, comme le représente la figure. Soit C le pole boréal de AC, & D le pole austral de BD. Prenez deux autres barreaux fortement aimantés EF, GH, & après les avoir disposés, comme pour la méthode corrigée du double contact, placez leurs poles E, G, sur le milieu du fer-à-

cheval, & faites glisser les deux barreaux sur toute l'étendue de sa courbure, en allant de C vers D, & de D vers C, précisément comme si CKD étoit un barreau droit. Ramenez enfin les barreaux EF, GH, sur le milieu K de la courbe, pour terminer là l'opération, & répétez les mêmes frictions sur la face opposée du fer-à-cheval.

148. Ordinairement on dispose les deux barreaux AC, BD, parallélement l'un à l'autre, comme on le voit (*fig.* 44). Mais il est plus avantageux de leur donner la situation respective représentée par la *fig.* 43. Car, soit C le pole positif de l'aimant AC (*fig.* 44), & D le pole négatif de l'aimant BD. Le pole C agit sur la molécule *m* pour la repousser; mais le pole D agit sur la même molécule pour l'attirer. Concevons que le centre d'action du barreau BD soit en *g*. La molécule *m* sera attirée par ce centre, suivant *gm*; mais cette action se décompose en deux autres; l'une, selon *mn*, l'autre, selon *mq*. Or, celle-ci est directement opposée à l'action du pole C sur la molécule *m*. Il en faut dire autant des molécules situées dans la branche DK, à l'égard desquelles l'action attractive du pole D est diminuée par une partie de la force répusive du pole C. Or, plus l'angle *gmq* est considérable, & plus la force perturbatrice, représentée par *mq*,

eſt petite. Donc, ſi l'on ſuppoſe qne cet angle augmente jusqu'à ce que les deux lignes *mq*, *mg*, ſe trouvent ſur la même direction, ce cas ſera celui où la force perturbatrice ſe trouvera à ſon *minimum*. Or, il eſt clair que l'on obtient cette condition, en diſpoſant les bareaux AC, DB, comme dans la fig. 43. Donc, &c.

V. De la loi que ſuit l'action du fluide magnétique, à raiſon des diſtances.

149. La facilité avec laquelle on explique les principaux effets que préſentent les corps aimantés, en admettant, pour la Théorie du Magnétiſme, les mêmes principes fondamentaux que pour celle de l'Electricité (100), nous ſuggere déja une raiſon d'analogie, qui nous porte à croire que le fluide magnétique ſuit la même loi que le fluide électrique, à raiſon des diſtances. Mais, comme en Phyſique, les preuves directes ſont toujours préférables de beaucoup à celles qui ſe tirent de la ſeule analogie, M. Coulomb s'eſt propoſé de rechercher ſi l'expérience donneroit pour le fluide magnétique les mêmes réſultats qu'il avoit obtenus par rapport au fluide électrique, à l'aide de la balance dont nous avons donné la deſcription (39).

150.

150. Mais il faut observer que les épreuves relatives au magnétisme, exigeoient une recherche préliminaire, qui étoit inutile à l'égard des expériences faites sur la maniere d'agir du fluide électrique. Dans ces dernières expériences, les corps qui s'attirent ou se repoussent, sont d'une forme globuleuse. Or, on sait que quand des corps de cette forme s'attirent ou se repoussent, en raison inverse du quarré des distances, leurs actions s'exercent, comme si toute leur matiere étoit réunie au centre (*a*). Mais dans les expériences magnétiques, ce sont des barreaux ou des aiguilles que l'on emploie, c'est-à-dire, des corps allongés; & alors il faut des expériences particulieres, pour déterminer les points dans lesquels les forces, qui s'exercent de toutes les différentes parties de ces corps, sont censées être concentrées (*b*).

(*a*) Les parties situées entre le centre de chaque corps & l'autre corps, s'attirent ou se repoussent plus que les centres, & ceux-ci plus que les parties ultérieures. Or, dans le cas de la raison inverse du quarré des distances, il y a compensation entre les actions plus fortes & plus foibles que celles qui partent du centre; en sorte que leur somme est la même que si toutes les parties agissoient du centre.

(*b*) Ces points sont les mêmes que nous avons déja appellés *les centres d'action*.

151. Nous donnerons ici une idée du procédé à l'aide duquel M. Coulomb a déterminé les points dont il s'agit. Ce Physicien suspendit à un fil de soie une aiguille magnétique de trois pouces de longueur. On sait en général qu'une aiguille ainsi suspendue fait d'abord différentes oscillations, qui vont toujours en diminuant, jusqu'à ce qu'enfin elle s'arrête sur une ligne dirigée à peu-près du midi au nord, & que l'on appelle *méridien magnétique*. Nous donnerons dans la suite des détails plus étendus sur cette direction, dont nous exposerons la cause. Quand l'aiguille se fut arrêtée, M. Coulomb traça son méridien magnétique *au* (*fig.* 45); il tira sur ce méridien des perpendiculaires *bc*, *df*, &c. à la distance d'un, de deux, de quatre, de huit & de seize pouces, comme le représente la figure.

Il prit ensuite un fil d'acier bien aimanté, de vingt-cinq pouces de longueur, & l'appliqua successivement sur ces différentes perpendiculaires. Alors l'aiguille se derangeoit de sa position, & n'y revenoit que quand le fil d'acier lui-même avoit pris une certaine situation. Car supposons par exemple, que SN représente ce fil couché sur la perpendiculaire *uz*, de maniere que ses extrêmités S, N, soient toutes les deux en deçà du méridien magnétique du côté de *z*. Soit *n* le pole négatif

de l'aiguille, *a* son pole positif, *n* le centre d'action du pole positif S du fil d'acier, & x' celui du pole négatif N. D'une part, l'action de x attire le pole *n* de l'aiguille, & repousse le pole *a* (108), & ces actions concourent pour faire tourner l'aiguille suivant l'arc *np*. Mais d'une autre part, l'action de x' repousse le pole *n* de l'aiguille & attire le pole *a*, & ces actions conspirent aussi à faire tourner l'aiguille, mais en sens contraire, c'est-à-dire, suivant l'arc *nk*. Or, les poles x, x', agissant suivant des directions & avec des forces différentes, il arrive que, selon les diverses positions qu'on leur fait prendre, & les diverses distances auxquelles on les place à l'égard de l'aiguille, tantôt la force du centre x l'emporte sur celle du centre x', tantôt ces deux forces sont égales, & tantôt la derniere devient prépondérante.

M. Coulomb, pour premiere épreuve, fit glisser le fil SN sur la premiere perpendiculaire *bc*, en allant de *c* vers *b*, jusqu'à ce que l'aiguille se trouvât ramenée sur son méridien magnétique, & il observa qu'alors le fil dépassoit le méridien, vers *b*, d'une quantité *eS* égale à environ dix lignes. Le fil, transporté ensuite sur la seconde perpendiculaire *df* ne dépassoit plus le méridien, dans le même cas, que de neuf lignes; sur la troisieme perpendiculaire *eg*,

il dépassoit le méridien de huit lignes ; sur la quatrieme *il*, il restoit en deça vers *l*, à la distance *hS* de quatre lignes ; enfin, sur la cinquieme perpendiculaire *mz*, il restoit plus en deçà, à la distance *uS* de quarante-deux lignes. Examinons, d'une maniere plus particuliere, les résultats de ces différentes épreuves.

Dans la premiere, il est aisé de concevoir que l'action de la partie *eS*, du fil d'acier, qui s'exerce en sens contraire de celle de la partie *ge* (le centre magnétique étant supposé en *g*), concourt avec l'action de la partie *g*N, pour faire tourner l'aiguille suivant l'arc *nk*, & que par conséquent ces deux actions réunies font équilibre à l'action de la partie *eg* ; donc la partie *eS*, considérée seule, agit plus foiblement que la partie *eg* ; d'où il suit que le centre d'action du pole positif, est situé dans quelque point *x*, entre *e* & *g*.

Remarquons maintenant que l'action de chaque pole de l'aimant s'exerçant obliquement, par rapport à la longueur de l'aiguille, se décompose en deux directions, l'une parallele à l'aiguille, l'autre parallele aux perpendiculaires *bc*, *df*, &c. & qui seule contribue à faire tourner l'aiguille. La force que chaque centre exerce sur l'aiguille, dépend donc à-la-fois de la longueur du levier, par lequel elle est censée agir parallélement aux perpendiculaires *bc*, *df*, & de la distance

du même centre aux poles de l'aiguille. Or, à mesure que l'on transporte le fil d'acier successivement sur les perpendiculaires *df*, *eg*, *il*, &c. en leur donnant les positions représentées par la figure, les obliquités des actions exercées par les centres x, x', suivant xn, $x'n$, &c. approchent d'autant plus de l'égalité, c'est-à-dire, que celle du pole x diminue, & que celle du pole x' augmente; & à cet égard ce dernier pole perd continuellement de l'avantage qu'il avoit d'abord sur le pole x, à raison de son action plus directe. Mais, d'une autre part, les distances de x & de x', aux poles de l'aiguille, approchent aussi d'autant plus d'être égales, & comme elles augmentent toutes les deux en même-temps, le centre x perd, à cet égard, de l'avantage qu'il avoit sur le centre x'. Or, les avantages & les pertes se balancent, suivant un tel rapport, que la force du centre x' augmente continuellement, à l'égard de celle du centre x; toutes choses égales d'ailleurs. Car, puisque le fil d'acier, placé sur la perpendiculaire *eg*, par exemple, ne depasse plus le méridien que de huit lignes, lorsque l'aiguille reste sur ce méridien, il s'ensuit que la partie excédante *tS*, qui, conjointement avec la partie gN, fait équilibre à la partie *tg*, n'a plus besoin d'être aussi longue, ou d'exercer une action

aussi forte, & que par conséquent le centre x' à acquis un accroissement de force.

Cette force continuant de tendre vers l'égalité avec la force du centre x, il y a un terme où ces deux forces se font équilibre, & ce terme est nécessairement entre t & h, en sorte que le fil d'acier, placé sur une perpendiculaire menée à la hauteur correspondante, auroit son extrêmité S contiguë au méridien magnétique.

Au-dessous de ce terme, la force du centre x' l'emporteroit sur celle du centre x, si on laissoit le point S sur le méridien, de maniere qu'il faut alors l'en écarter vers le point l, ou le point z, pour que l'aiguille reste sur son méridien.

Cet écart est de quarante-deux lignes sur la perpendiculaire uz, d'où il suit que, pendant le cours des différentes épreuves, le point S, qui étoit d'abord à dix lignes au-delà du méridien, a parcouru cinquante-deux lignes de gauche à droite, c'est-à-dire, près de quatre pouces & demi. Or, la quantité de cet écart suppose que les rapports des forces ont varié considérablement dans le même temps. Mais on conçoit que ces variations doivent être en général d'autant plus sensibles, que les centres x, & x', sont à une plus grande distance l'un de

l'autre. Car s'ils étoient très-voisins, l'angle *xnx'*, ne variant que très-peu, pendant le mouvement du fil d'acier sur les différentes perpendiculaires, les obliquités des actions de *x* & de *x'*, ainsi que les rapports des distances de ces points aux poles de l'aiguille, ne subiroient que de légers changemens, au lieu qu'en supposant les points *x*, *x'*, très-écartés l'un de l'autre, comme le représente la figure; on voit, par la seule inspection de cette figure, que l'angle *xnx'* étant considérablement diminué, lorsque le fil d'acier est sur la perpendiculaire *uz*, les obliquités des forces, & leurs distances, qui dépendent des variations de cet angle, sont changées elles-mêmes dans un grand rapport. Le raisonnement insinue donc & que les points *x*, *x'* sont très-rapprochés des extrêmités S, N, & que les forces de ces points varient plus que dans la raison inverse des simples distances.

Le calcul va plus loin & change cette conjecture en certitude. M. Coulomb, en supposant que les centres *x*, *x'*, soient distans des points S, N, d'un peu plus de dix lignes, & que les forces de ces centres agissent en raison inverse du quarré des distances, démontre que les résultats du calcul s'accordent parfaitement avec ceux que donne l'observation, rélativement aux diverses positions qu'il faut faire prendre au fil

d'acier sur les différentes perpendiculaires, pour que les forces x, x', soyent en équilibre par rapport à l'aiguille (*a*).

152. Les expériences que nous venons d'exposer, conduisent donc en même-temps à deux résultats importans; elles déterminent la position des centres x, x', & font connoître la loi suivant laquelle agit le fluide magnétique, à raison des distances. Mais pour rendre la demonstration encore plus rigoureuse, M. Coulomb a séparé ensuite ces deux résultats, & supposant seulement que les centres d'action étoient, dans un fil d'acier de vingt-cinq pouces, à un peu plus de dix lignes de distance de ses extrémités, il a cherché directement, par des procédés très-ingénieux, si ce fil agiroit en raison inverse du quarré de la distance aux centres d'action. Nous n'exposerons ici que celui de ces procédés, qui

(*a*) M. Coulomb suppose, pour la commodité du calcul, que les centres d'actions des deux poles de l'aiguille, sont situés à ses extrémités, quoiqu'ils s'en écartent un peu. Mais comme chaque centre du fil d'acier agit sur les deux centres de l'aiguille, si, par la supposition, on fait le centre *n* trop près du centre S, de deux ou trois lignes, on fait en même-temps le centre *a* de l'aiguille trop éloigné du centre N d'une égale quantité, d'où il arrive que les deux erreurs se compensent sensiblement l'une l'autre.

consiste à employer une balance magnétique, semblable à la balance électrique ; avec cette différence, que M. Coulomb substitue au levier, qui porte la balle mobile de moëlle de sureau, une longue aiguille magnétique de vingt-cinq pouces de longueur, & à la balle fixe, une seconde aiguille pareille, & placée verticalement sur le méridien magnétique. Le pole inférieur de cette derniere aiguille est dans le même état que le pole de l'aiguille mobile, qui en est voisin, lorsque celle-ci est dans son méridien magnétique, & l'aiguille fixe est située de maniere que, quand on met l'autre en contact avec elle, les extrêmités des deux aiguilles se dépassent mutuellement de dix lignes, c'est-à-dire, qu'elles se croisent par les centres d'action de leurs poles de différens noms.

Remarquons, avant d'aller plus loin, que quand on tord, sous un certain angle, le fil de suspension, qui porte l'aiguille mobile dirigée suivant son méridien magnétique, la même force, qui la retenoit dans ce méridien, tend à l'y ramener. Il étoit necessaire d'évaluer cette force, & M. Coulomb a trouvé que si l'on tordoit le fil de suspension successivement sous des angles de 36^d, 72^d, 108^d, &c. en doublant, triplant, quadruplant, &c. le nombre 36, l'aiguille qui réagissoit contre cette torsion, s'éloignoit de son

méridien à la distance d'un degré pour 36^d, de torsion, de 2^d pour 72^d, de 3^d pour 108^d, &c. Donc les quantités de torsion vaincues par l'aiguille étant successivement comme les nombres 35, 70 ou deux fois 35, 105 ou trois fois 35, &c. il faut en conclure en général que, sous un angle donné de torsion, la force qui réagit contre cette torsion est toujours égale à autant de fois 35, qu'il y a de degrés dans l'arc intercepté entre le méridien & la direction actuelle de l'aiguille (*a*).

(*a*) Ce rapport, sensiblement constant entre le nombre de degrés dont l'aiguille s'écarte de son méridien, & la résistance qu'elle oppose à la force de torsion, dépend d'une cause qu'il est bon de développer ici. Comme la force qui tend à ramener l'aiguille sur son méridien, s'exerce à une distance immense, ainsi qu'on le verra dans la suite, elle est censée agir, suivant des directions paralléles, qui passent par les centres d'action des poles de l'aiguille, ces directions ne faisant entr'elles que de très-petits angles, pendant le mouvement de cette aiguille; d'où il suit que la force dont il s'agit doit être regardée comme constante. C'est ce que M. Coulomb a prouvé d'ailleurs par des expériences directes. Cela posé, soient *oy*, *ok* (*fig. 45*), deux positions de l'aiguille, produites par deux torsions différentes. La force qui tend à ramener l'aiguille au méridien, s'exerçant parallélement à ce méridien; & étant censée constante, ainsi que je l'ai dit, représentons-la dans les deux cas par *no*. Il faudra

Cela posé, le fil n'ayant aucune torsion, & l'aiguille mobile étant sur son méridien magnétique, on a presenté à celle-ci l'autre aiguille dans la position qui a été décrite plus haut. Alors l'aiguille mobile ayant été repoussée, s'arrêta à vingt-quatre degrés du méridien, tandis que l'aiguille fixe étoit située de maniere que le centre d'action de son pole inférieur se trouvoit dans ce méridien. Or, si l'aiguille mobile eût été écartée de son méridien par une force de torsion, sous un angle de 24^d, il eût fallu, d'après ce qui a été dit, 24^d, plus trente-cinq fois 24^d de torsion, c'est-à-dire, 864^d pour produire cet écartement, & la quantité de la torsion vaincue par la résistance de l'aiguille, auroit été de trente-cinq fois 24^d, c'est-à-dire,

---

la décomposer en deux directions ; savoir, $o\gamma$, $n\gamma$, d'une part, & $o\delta$, $n\delta$, de l'autre ; les lignes $n\gamma$, $n\delta$, étant perpendiculaires à la direction de l'aiguille. Or, la partie de la force qui agit dans le sens de ces perpendiculaires, est la seule qui contribue à ramener l'aiguille sur son méridien. Mais ces mêmes perpendiculaires sont les sinus des arcs ny, nk, avec lesquels on peut supposer qu'ils se confondent, lorsque ces arcs ont peu d'étendue ; par où l'on voit que la force qui tend à ramener l'aiguille sur son méridien, doit varier dans les rapports de ces mêmes arcs.

de 840^d, d'où il ſuit que la force répulſive des deux aiguilles doit être eſtimée 840^d.

Les choſes étant dans cet état, le fil de ſuſpenſion a été tordu de trois cercles, en allant de l'aiguille mobile vers l'aiguille fixe, en ſorte que ſi l'on ſuppoſe, par exemple, que l'aiguille mobile eut la direction *ok*, l'arc *kn* étant de 24^d, la torſion s'eſt faite ſuivant l'arc *knp*. Cette torſion produite en ſens contraire de l'action qui tenoit l'aiguille écartée de 24^d du méridien, a ramené celle-ci à 17^d du même méridien, ſuivant une direction *oy*. Or trois cercles font 1080^d; dont il faut retrancher les 17^d d'écartement, ou l'arc *ny*, parce que ces 17^d produiſoient dans le fil une petite torſion qui, étant en ſens oppoſé à celle de 1080^d, la diminue d'autant. Ainſi la torſion réelle eſt de 1063^d.

Mais la force qui tendoit à ramener l'aiguille ſur le méridien, dans le cas d'un écartement de 24^d, équivaloit à une torſion de 840^d. Ajoutant donc à cette quantité la torſion réelle de 1063^d, qui agit dans le même ſens, ſuivant l'arc *knp*, on a 1903^d pour la ſomme des deux forces contraires à la répulſion exercée par l'aiguille fixe. Mais il y a eu 7^d de cette répulſion, qui ont été détruits par les actions des

deux forces citées, puisque l'aiguille a été ramenée de 24^d à 17^d. Donc, pour avoir la force à laquelle celle de l'aiguille fixe fait équilibre dans la seconde épreuve, il faut retrancher de 1903^d, sept fois 35^d, ou 245^d : reste 1658^d qui expriment la force répulsive mutuelle des deux aiguilles.

Les forces répulsives sont donc, dans les deux épreuves, comme 840 est à 1658, rapport qui approche beaucoup de celui d'$\frac{1}{2}$ à 1. Mais les distances étant comme 24 & 17, la raison inverse de leurs quarrés est $\frac{1}{576}$, $\frac{1}{289}$, qui approche aussi de très-près du rapport $\frac{1}{2}$ à 1. La différence qui se trouve entre ces deux rapports, ne peut être attribuée qu'à un petit défaut de précision inévitable dans ces sortes de résultats. Ainsi, l'on doit conclure de l'expérience citée, ainsi que de plusieurs autres du même genre, qui ont eu un pareil succès, que l'action du magnétisme est en raison inverse du quarré des distances. On peut aussi, par un procédé analogue au précédent, prouver que les attractions suivent la même loi (*a*).

(*a*) Nous devons observer ici que M. Æpinus a supposé quelquefois dans les calculs employés pour déterminer certains résultats de sa Théorie, que le fluide magnétique agissoit en raison inverse du quarré

VI. De la vertu magnétique du globe terrestre.

153. Une des différences les plus remarquables entre l'électricité & le magnétisme, est celle que nous offre la comparaison des effets spontanés & purement naturels de l'un & l'autre fluide, du moins de ceux qui sont très-sensibles pour nous. Les phénomenes de ce genre, qui dépendent du fluide électrique, sont pro-

des distances. Mais ce n'étoit dans l'esprit de l'Auteur qu'une supposition purement arbitraire, qu'il n'a même hasardée qu'en avertissant que son intention n'étoit pas de donner la loi dont il s'agit, pour la véritable loi du magnétisme; mais de parvenir à des résultats conformes, en un certain sens, aux effets naturels, puisqu'on en obtiendra toujours qui seront analogues à ces effets, quelle que soit la loi que l'on admette pour le magnétisme, pourvu que son action décroisse lorsque la distance augmente. Aussi, le même Physicien suppose-t-il dans un autre endroit (141), comme nous l'avons vu, que le fluide magnétique agit en raison inverse des simples distances. Sa Théorie n'a donc pu être, à cet égard, d'aucun secours à M. Coulomb, & ce Savant conserve tout le mérite d'une découverte à laquelle il a été conduit à la fois par des expériences absolument neuves, & par des calculs qui portent sur une base réelle.

duits par des explosions locales & passageres ; lorsque ce fluide, mis en action dans l'atmosphere, à l'aide de causes qui nous sont encore inconnues, se manifeste par des éclairs redoublés & par le bruit de tonnerre, ou nous donne le spectacle à-la-fois brillant & paisible d'une aurore boréale. L'action du magnétisme, au contraire, émane sans cesse, quoique sourdement, du sein de notre globe, & étend au loin son influence, par des effets très-marqués, & susceptibles d'être soumis à des observations suivies & comparables entr'elles. C'est ici, sans contredit, le point de vue le plus intéressant de la théorie, soit que l'on considére la généralité du phénomene à la considération duquel elle s'éleve, ou les ressources dont l'homme lui est redevable, depuis que, par l'invention de la boussole, il a su en tirer un parti si avantageux pour les progrès de la navigation & du commerce.

154. Afin de procéder par principes dans l'examen de ce phénomene, concevons d'abord un aimant *fe* (*fig.* 46), dont le centre *d* soit situé sur la même ligne que l'axe *nr* d'un autre aimant plus considérable BC. Supposons de plus que l'aimant *fe* soit mobile autour du centre *d*, & qu'une cause extérieure agisse pour l'écarter un peu de la position *fde*, puis l'abandonne à

lui-même. Soient B, *f*, les poles positifs, & C, *e*, les poles négatifs. Il est clair que le pole B agit sur le pole *f* pour le repousser, & sur le pole *e* pour l'attirer, tandis qu'au contraire le pole C attire le pole *f*, & repousse le pole *e*. Mais l'action, tant attractive que répulsive du pole C, l'emportant sur les actions analogues du pole B, qui est à une plus grande distance de l'aimant *fe*, on voit que le pole *f* se tournera vers le pole C; & comme l'aimant BC agit plus fortement dans le plan de son axe, que dans tous les autres plans, & que rien n'empêche l'aimant *fe* d'obéir à cette action; il est clair que cet aimant se dirigera sur la même ligne que l'axe prolongé de BC, pour que les forces attractives & répulsives de cet aimant soient en équilibre.

Il y a un autre cas d'équilibre, qui est possible mathématiquement. Ce seroit celui où l'on feroit faire à l'aimant *fe* une demi-conversion, de maniere que le pole *f* prît la place du pole *e*, & réciproquement. Car on peut prouver, par les loix de la mécanique, que dans ce cas, il y auroit encore équilibre entre les forces attractives & répulsives de l'aimant BC. Mais comme le moindre dérangement dans l'axe *fe* romproit cet équilibre, & qu'alors l'aimant reprendroit sa premiere position, en sorte qu'à considérer la

chose

chose physiquement, cet aimant ne peut rester, pendant un instant même très-court, dans la position renversée, dont nous venons de parler; il est superflu de considérer ce cas.

Soit A le centre de l'aimant BC. Ayant mené la verticale Aδ, si l'on dispose l'aimant ou l'aiguille $\varepsilon\varphi$, de maniere que son centre δ soit dans cette même verticale; il est clair qu'en supposant que les deux poles de chaque aimant aient des forces égales, l'aimant $\varepsilon\varphi$ se dirigera parallélement à l'aimant BC, de maniere que φ sera le pole positif, & ε le pole négatif. Car d'une part, le pole φ sera autant attiré par le pole C, que le pole ε par le pole B. D'une autre part, le pole φ sera autant repoussé par le pole B, que le pole ε par le pole C; donc &c.

On conçoit aussi un autre cas d'équilibre dans lequel l'aimant $\varepsilon\varphi$ auroit une situation renversée. Mais c'est encore un cas purement mathématique, qui est censé nul, si on l'envisage physiquement. Il en est de ces sortes de cas, comme de celui d'un corps aigu, que l'on s'efforceroit de mettre en équilibre, en le plaçant verticalement sur une table par la pointe. L'expérience prouve qu'on n'y réussit jamais, quoique la théorie démontre que la chose est possible.

Entre les deux positions *Fe*, $\varepsilon\varphi$, il y en a une infinité d'autres qui peuvent avoir lieu; &

dans lesquelles le centre D de l'aimant EF, ne seroit plus ni sur la direction de l'axe de l'aimant BC, ni sur la verticale menée par le point A. Pour que l'équilibre subsiste dans chacun de ces cas, il faut que l'aimant EF prenne une direction oblique par rapport à l'aimant BC, laquelle variera à l'infini, suivant les différentes positions respectives des deux aimans.

155. Si le centre de l'aimant EF reste dans le plan vertical *rnδ*, tandis que cet aimant s'écarte des positions *fe*, *εφ*, il est évident que sa direction coïncidera toujours avec ce plan. De plus, à mesure que l'aimant s'approchera de l'un ou l'autre des centres d'action, que je suppose placés en M & en N, il s'inclinera davantage vers ce centre. Il y aura une position telle que *e'f'*, où le point *d'* se trouvera à peu-près dans la même ligne verticale que le centre N; alors la force de ce centre, pour attirer le pole *f'* de l'aiguille, & à la fois pour repousser le pole *e'*, sera à son *maximum*. Mais cette même action sera à son *minimum* pour maintenir l'aiguille dans le plan vertical *nrδ*, ou pour l'empêcher de tourner autour du point *d'*. C'est ce que l'on concevra, en considérant qu'alors le centre de l'aiguille étant sur une ligne menée du centre d'action N, perpendiculairement à l'axe de l'aimant, la partie de la force qui agit du

point N, pour faire tourner l'aiguille dans les autres cas, devient nulle, quelle que soit la position de l'aiguille. Il n'y a donc plus alors que les actions du pole M, qui tendent à ramener l'aiguille dans le plan *mn*δ. Or, comme ces actions sont très-obliques, & qu'elles s'exercent à des distances assez considérables, & qui approchent sensiblement de l'égalité, en supposant l'aiguille beaucoup plus courte que l'aimant, elles ne produisent qu'un léger effet. J'ai observé qu'alors on pouvoit déranger l'aiguille de sa position, en lui faisant parcourir un arc de cercle, ou même une demi-circonférence, par ses extrémités, de maniere qu'elle restoit dans la position qu'on venoit de lui donner; le petit frottement qu'elle éprouvoit sur son pivot, étant capable de vaincre l'effort du point M pour la ramener à sa premiere direction. Le point N où cet effet avoit lieu, étoit, dans un barreau magnétique, de près d'un pied de longueur, environ à neuf lignes de distance de l'extrémité *r*. Si l'on transporte l'aiguille au-delà de ce point, en allant vers *r*, sa position se renverse subitement; en sorte qu'elle se dirige, suivant une ligne $f''e''$, inclinée en sens contraire de $e'f''$, & que les poles sont pareillement renversés; ce dont on conçoit aisément la raison. Enfin, si l'on continue de faire mouvoir l'aiguille, de maniere

qu'elle se rapproche de la position *fe*, son inclinaison diminue graduellement, jusqu'à ce que sa direction coïncide avec l'axe *nr* prolongé, comme cela a lieu quand l'aiguille a pris la situation *fe*.

156. Or, l'expérience fait voir qu'une aiguille aimantée, portée sur différens points de la surface du globe terrestre, prend une infinité de directions différentes, qui varient, à l'égard du globe, comme celles d'un aimant EF, relativement à l'aimant BC. Pour déterminer la variation de ces directions, il étoit nécessaire de les rapporter à deux plans donnés de position. On a choisi le plan de l'horizon & celui du méridien, & l'on appelle *angle d'inclinaison*, celui que fait l'axe de l'aiguille avec l'horizon, en s'abaissant plus ou moins vers ce cercle; & *angle de déclinaison*, celui qu'elle fait avec le méridien, en s'écartant plus ou moins du plan de ce méridien, soit vers l'orient, soit vers l'occident.

157. Cela posé, voici ce qu'on a observé (*a*).

(*a*) Baffin, dans le Journal du voyage qu'il fit en qualité de Pilote avec Byleth, dit qu'au-delà du 78e degré de latitude septentrionale, la déclinaison de l'aiguille alla jusqu'à 56d; & il ajoute que c'est la plus grande qui ait été observée. Baffin se trouvoit alors vers la Baye, qui depuis a pris son nom. Il se pouvoit

1°. La déclinaiſon de l'aiguille n'a guere été trouvée juſqu'ici plus grande que 30^{d}. Elle varie ſuivant les lieux ; dans quelques-uns, la poſition de l'aiguille coïncide avec le plan du méridien ; ailleurs, elle s'en écarte plus ou moins vers l'orient ou l'occident, comme nous l'avons dit.

2°. Les points où la déclinaiſon eſt nulle, forment autour du globe une courbe irréguliere, & différemment contournée ; & il en eſt de même des points où la déclinaiſon eſt d'un nombre de degrés déterminé, comme de 5, 10, 15, &c.

3°. La déclinaiſon change inſenſiblement pour un même point du globe. On n'a encore aucune connoiſſance préciſe ſur la loi de cette variation. On ignore pareillement ſi la courbe dont nous avons parlé, eſt conſtante en elle-même, & a

---

qu'il ne fût pas éloigné du centre d'action, de l'un des poles du noyau magnétique dont il ſera bientôt parlé ; & dans ce cas (155), l'intenſité de la force magnétique étant à peine ſenſible, l'aiguille n'eſt preſque plus ſoumiſe à la loi qui par-tout ailleurs détermine la déclinaiſon, & peut éprouver des déviations conſidérables. Une pareille obſervation demanderoit à être ſuivie dans tous ſes détails, pour qu'on pût en tirer quelqu'induction propre à répandre du jour ſur la Théorie.

seulement un mouvement lent autour du globe, en vertu duquel elle change continuellement de position, ou si elle varie plutôt dans son inflexion.

4°. On a découvert dans la déclinaison de l'aiguille une variation diurne, relativement à un même point de la terre. M. de Cassini, de l'Académie des Sciences, qui a suivi ce phénomene avec beaucoup d'assiduité, sur des aiguilles placées dans les caves de l'Observatoire, & qui a porté, dans ses recherches, les attentions les plus délicates, compare la variation dont il s'agit, à une espece de mouvement d'oscillation, par lequel l'aiguille quitte le matin sa direction, & parcourt vers l'ouest, depuis 5'. jusqu'à 14', plus ou moins, suivant les saisons, pour retrograder ensuite de la même quantité, dans le cours de l'après-dînée. Le moment où l'aiguille est le plus écartée de sa premiere direction, varie aussi, selon les saisons, depuis midi jusqu'à trois heures. Les deux instans où elle est à son *minimum* de variation, ont lieu vers les huit heures du matin, & vers les dix heures du soir. Mais en général, cette limite est beaucoup plus changeante que celle du plus grand écart, parce que c'est alors, & particuliérement le soir, que l'aiguille est le plus sujette à l'action de certaines causes perturbatri-

ces, telles que les vents d'est & de nord-est, & sur-tout les aurores boréales. (Voyez les Mém. de l'Académie des Sciences, année 1784.)

Quant à l'inclinaison de l'aiguille, on a fait les observations suivantes.

1°. Cette inclinaison est sensiblement nulle à l'équateur, ce qui ne doit cependant pas s'entendre dans un sens rigoureux. Car la courbe, formée par tous les points où l'aiguille est perpendiculaire sur la verticale, coupe l'équateur sous un petit angle.

2°. A mesure que l'on s'écarte de ce cercle, en allant vers le pole boréal, l'extrémité de l'aiguille, qui regarde ce pole, s'abaisse au-dessous de l'horizon, en sorte que l'inclinaison croît avec la latitude, jusqu'à ce qu'enfin elle parvienne à l'angle de 90^{d}. Cependant cette variation n'est pas exactement proportionnelle au changement de latitude. Car, d'une part, l'inclinaison n'est pas tout-à-fait constante sous tous les points d'un même parallele; & d'une autre part, on peut inférer de la progression qu'elle suit, que son *maximum* n'auroit pas lieu précisément au pole, quoique le point où il existeroit, ne doive pas en être éloigné.

3°. Les mêmes effets se répetent en sens contraire, lorsqu'on transporte l'aiguille vers le pole austral.

240. L'inclinaison est, ainsi que la déclinaison, sujette à varier, avec le temps, dans le même lieu, suivant une loi jusqu'alors inconnue.

158. Il résulte de ces observations, que l'aiguille aimantée, portée à différens points du globe terrestre, y change de position, comme nous l'avons déja dit, de la même maniere que si on la faisoit mouvoir autour d'un aimant de figure sphérique. Quelques anciens Physiciens, & la plupart des modernes, en ont conclu qu'il étoit extrêmement probable que le globe terrestre renfermoit un très-gros aimant de forme globuleuse; & cette conséquence, adoptée par M. Æpinus, sera encore appuyée par les divers raisonnemens que nous aurons lieu de faire dans la suite.

L'aimant dont il s'agit a un de ses hémisphères DHE (*fig.* 47), dans l'état positif, & l'autre DIE, dans l'état négatif. Mais, d'après ce qui a été dit, (157), le plan DE qui sépare ces deux hémispheres, ne coïncide pas exactement avec le plan de l'équateur, quoiqu'il s'en écarte peu. Il paroît, que la figure de ce noyau magnétique n'est pas parfaitement réguliere, & que la distribution du fluide n'y est pas tout-à-fait uniforme; & c'est delà que proviennent probablement, du moins en grande partie, les légeres déviations dont nous avons parlé, soit dans la déclinaison,

soit dans l'inclinaison de l'aiguille. Il paroît aussi, d'après les petits changemens que subit, dans un même lieu, la déclinaison de l'aiguille, ou que le noyau magnétique du globe a un mouvement lent, par lequel sa position change à l'égard de ce globe, comme l'a soupçonné Halley, ou, ce qui est plus probable, que la distribution du fluide varie, avec le temps, dans l'intérieur du noyau.

159. Avant d'aller plus loin, essayons d'analyser les diverses circonstances de l'action d'un aimant BC (*fig. 48*), sur une aiguille *ab*, extrêmement courte & mobile autour du point *c*. Concevons que les centres d'action de l'aimant BC soient en A & en N, de maniere que la force de A soit positive, & celle de N négative. Il est clair que l'aiguille *ab* deviendra elle-même un aimant (104), dont le pole *a* sera dans l'état négatif, & le pole *b* dans l'état positif. De plus, cette aiguille prendra nécessairement une direction oblique, telle que *ad*. Les choses étant dans cet état, concevons que l'on fasse mouvoir le centre *c* de l'aiguille, d'une très-petite quantité, le long de la ligne *ad*, en sorte que ce centre parvienne, par exemple, en *g*. En vertu de ce seul mouvement, l'extrêmité *a* de l'aiguille s'écartera du point A, & l'extrêmité *b* se rapprochera du point N; d'où il suit que l'extrêmité *a* étant plus attirée à proportion par le point N, & moins

repoussée par le point A, que dans le cas précédent, l'aiguille s'inclinera un peu vers le point N par son extrêmité *b*, & se dirigera, par exemple, suivant la ligne *em*, qui fera, avec la ligne *ad*, un angle infiniment petit. Si l'on fait faire au centre *c* un nouveau mouvement, selon la ligne *em*, de maniere que ce centre parvienne en *f*, l'aiguille prendra une nouvelle direction, telle que *il*, infiniment peu inclinée sur la direction précédente. Si l'on continue de faire mouvoir de la même maniere le centre de l'aiguille, on conçoit que ce centre décrira une courbe *cgfn*, &c.

Il y aura un point de la courbe, où l'aiguille qui s'écarte continuellement du parallélisme par rapport à BC, prendra une direction *nr* perpendiculaire sur cette ligne. Au-delà de ce point, l'extrêmité *b* de l'aiguille, tendant toujours à se rapprocher de plus en plus du point N, les côtés *rs* de la courbe seront inclinés en sens contraire des premiers côtés *ag*, *gf*, &c.; & enfin, lorsque l'extrêmité *b* de l'aiguille sera infiniment près du point N, l'attraction de ce point agira si fortement, que la courbe passera par ce même point. Au-dessous, elle formera des côtés qui approcheront toujours davantage du parallélisme avec BC; & lorsque le centre de l'aiguille sera en *p*, précisément au-dessous du centre O de l'aimant

BC, la direction *xy* de l'aiguille sera parallele à BC. Plus loin, la courbe s'infléchira vers le point A, par lequel elle passera, en formant une nouvelle branche AM semblable à la branche opposée, en sorte que la courbe sera rentrante sur elle-même.

Imaginons maintenant que l'on ait disposé sur la circonférence de cette courbe, les centres d'une multitude de petites aiguilles très-courtes ; bientôt ces aiguilles prendront des situations telles, que chacune d'elles se dirigera suivant la tangente au point de la courbe, lequel se confondra avec le centre de l'aiguille : & comme toutes ces aiguilles se regardent par leurs poles de différens noms, elle adhéreront entr'elles, & formeront elles-mêmes une courbe continue. On aura le même résultat, soit que l'on dispose, suivant l'ordre mentionné, ou des aiguilles magnétiques, ou des fils de fer non-aimantés, puisqu'en vertu de l'action exercée par l'aimant autour duquel ces fils seront disposés, ils deviendront eux-mêmes autant de petits aimans.

Si, au lieu de supposer que ces petits corps aient leurs centres fixes sur un pivot, on les conçoit couchés sur un plan où ils éprouvent un certain frottement, la résistance produite par ce frottement, les empêchera de glisser vers les points A, N, qui agissent pour les attirer ; en

même-temps cette force attractive peut être telle, que les fils de fer prennent la direction qu'ils auroient, s'ils étoient mobiles autour de leur centre. On seconde encore cet effet, en imprimant une légere secousse au plan qui les soutient; car alors ils se détachent de ce plan, & prennent d'autant plus facilement les positions qu'exigent les attractions des points A, N, en sorte qu'ils retombent sur le plan, en formant la ligne courbe dont nous avons parlé. Si donc l'on imagine qu'on ait semé de la limaille de fer sur ce plan, les parcelles de cette limaille formeront une multitude de courbes rentrantes, & de portions de courbes, qui passeront toutes par les points A, N. La figure 49 peut donner une idée de cet assemblage de courbes.

Pour se procurer le spectacle amusant d'une pareille disposition, on pourra placer verticalement deux barreaux magnétiques, de maniere que leurs poles opposés soient tournés du même côté. On recouvrira ensuite les deux poles supérieurs avec un carton horizontal parsemé de limaille; & en imprimant de légeres secousses au carton, on verra naître toutes ces courbes, qui ont paru si merveilleuses, & ont tant excité l'étonnement des Physiciens, mais que la Théorie fait rentrer dans la classe des effets ordinaires du magnétisme.

160. Si l'aiguille dont nous avons parlé plus haut, eût été placée d'abord vers un point D (*fig.* 48), de maniere que sa longueur dépassât de ce côté celle de l'aimant BC, on concevra que la courbe décrite par cette aiguille, en vertu des suppositions que nous avons faites (159), après avoir passé par le point A, formeroit une inflexion AE en sens contraire de l'arc DA; après quoi elle iroit passer par le point N, en formant l'arc AEN, au-delà duquel elle deviendroit une courbe rentrante du même genre que la courbe NAM. Observons que l'aiguille, au-dessous du point A, prend une nouvelle direction *b''a''*, opposée à la direction précédente *a'b'*. Ce renversement est une suite de l'attraction que le centre A de l'aimant exerce sur le pole *b* de l'aiguille, & de sa répulsion par rapport au pole *a*.

161. Dans tout ce que nous avons dit de la courbe décrite par le centre de cette aiguille, en vertu de l'action de l'aimant BC, nous avons supposé que cette action se combinoit, avec les petites impulsions que l'on imprimoit à l'aiguille pour déranger son centre de sa position actuelle; mais que du reste l'aiguille étoit libre dans l'espace. Il n'en seroit pas de même d'une aiguille aimantée, que l'on transporteroit successivement sur tous les points du globe terrestre, qui seroient dans le plan d'un même méridien. Il est évident

qu'alors le centre de l'aiguille étant forcé de décrire la circonférence de ce méridien, s'écarteroit continuellement de la courbe qu'il eût décrite, d'après les suppositions faites ci-dessus. Dans le même cas, la direction de l'aiguille ne seroit tangente au méridien, que dans les deux points où elle deviendroit parallele à l'axe du noyau magnétique, c'est-à-dire, vers l'équateur. Par-tout ailleurs cette direction seroit tangente à la courbe que l'aiguille eût commencé à décrire, si elle fût partie de sa position actuelle, & que son mouvement eût été libre dans l'espace. Il suit delà, que si l'on suppose chacune de ces tangentes infiniment petite, elles formeront un polygone d'une infinité de côtés, dont chacun pourra être considéré, comme l'arc initial d'une portion de courbe AD, zy, &c., qui eût été décrite en vertu d'une position donnée de l'aiguille, le mouvement étant supposé libre dans l'espace. On conçoit, d'après ce qui a été dit plus haut, que si l'on transportoit l'aiguille à une certaine proximité de l'un ou l'autre des poles de notre globe, on verroit cette aiguille se renverser, en prenant une inclinaison & une direction opposées aux précédentes. De plus, le polygone, à ce même point, commenceroit à former une nouvelle branche inclinée en sens contraire de la partie adjacente. Cette

inclinaison iroit en diminuant, par rapport à l'axe du globe, jusqu'au pole, où la branche seroit dans le prolongement du même axe. Remarquons encore, qu'au point où l'aiguille se renverseroit, ainsi que dans les points voisins, l'intensité de la force magnétique, relativement à cette aiguille, seroit peu sensible, de maniere que l'aiguille, dérangée de sa position, n'oscilleroit que très-lentement, & pourroit même rester stationnaire, pendant quelques instans, dans une direction quelconque qu'on lui auroit fait prendre.

162. Les deux centres d'action du noyau magnétique de notre globe, étant à une distance que l'on peut regarder presque comme infinie, par rapport à une aiguille de boussole placée sur la surface de la terre; il en résulte que les directions de ces actions font entr'elles, comme nous l'avons dit (note du n°. 152), des angles infiniment petits, & doivent être censées paralleles, même relativement à différentes aiguilles situées sur divers points de notre globe. Delà on conclura encore que les forces exercées par les mêmes centres, sont sensiblement constantes, même sur un espace d'une certaine étendue, pourvu qu'on ne s'approche pas trop des poles. Un des plus sûrs moyens que l'on puisse employer, pour vérifier ce point de Théorie,

consiste à compter les oscillations que fait une bonne aiguille de boussole, dans un temps déterminé. Si les nombres de ces oscillations se trouvent égaux dans plusieurs lieux différens, on en infére que les forces magnétiques du noyau sont constantes à l'égard des mêmes lieux. C'est ainsi que M. le Chevalier de Borda, de l'Académie des Sciences, a trouvé, par des observations faites d'abord à Brest, à Cadix, à Teneriffe, à Gorée sur la côte d'Afrique, & ensuite à Brest & à la Guadeloupe, que l'intensité de la force exercée par le noyau magnétique sur une aiguille aimantée, étoit sensiblement la même dans ces différens endroits.

163. Si la supposition de l'existence du noyau dont il s'agit, est conforme à la vérité, il en résulte qu'une verge de fer située d'une certaine maniere, doit devenir un aimant, en vertu de l'action de ce noyau (104). Or, les Physiciens savent que cela arrive ainsi, & qu'en général, une verge de fer que l'on dirige dans une position, soit oblique, soit perpendiculaire à l'horizon, donne en peu de temps des signes plus ou moins marqués de magnétisme; en sorte que si l'on fait l'expérience, par exemple, entre l'équateur & le cercle polaire arctique, l'extrémité inférieure de la verge repousse le pole boréal d'une aiguille aimantée, & attire le pole austral: le

le contraire a lieu vers le point opposé du globe, & ces effets sont une suite nécessaire des principes établis. Car, en supposant que l'on fasse l'expérience dans nos contrées, le pole boréal de l'aiguille est dans un état de magnétisme contraire à celui du pole correspondant du noyau. D'une autre part, l'action de ce dernier pole communique à l'extrêmité inférieure de la verge un magnétisme contraire au sien, d'où il suit que le pole inférieur de la verge, & le pole nord de l'aiguille, étant des poles de même nom, doivent se repousser, tandis que le même pole de la verge doit attirer le pole boréal de l'aiguille (108).

164. L'observation fait voir encore que la quantité de vertu magnétique, que le globe terrestre communique à une verge de fer, varie suivant les positions que l'on donne à cette verge, & que de plus, il y a telle position où la verge ne reçoit aucune vertu. Pour expliquer ces différens faits, concevons que A (*fig.* 50), soit le pole positif du noyau magnétique de notre globe, & B son pole négatif, & que les actions de ces deux poles soient concentrées dans les points M, N. Cherchons la direction & la quantité de cette double action sur une molécule O de fluide, placée au-dessus de la surface du globe terrestre. Il est clair que cette molécule est repoussée par

l'action du point M, suivant la direction MO, & attirée par l'action du point N, suivant la direction ON. Représentons par OR la quantité de la répulsion, & par OS celle de l'attraction. Ayant terminé le parallélogramme ORPS, on voit que la molécule O sera sollicitée à parcourir la diagonale OP, dans le même temps qu'elle auroit employé à se mouvoir sur l'un ou l'autre des côtés OR, OS. La ligne OP représentera donc la résultante de l'action des deux poles A, B.

165. Imaginons maintenant une verge de fer, située de maniere que sa longueur soit dans la direction OP. Il est clair que le fluide renfermé dans cette verge sera repoussé de O vers P; en sorte que l'extrémité O deviendra négative, & l'extrémité P positive. Supposons que la verge eût pris une autre direction OI (*fig.* 51), qu'il faut concevoir, comme s'écartant du plan MON (*fig.* 50), dans lequel est la ligne OP. Pour représenter l'action des deux poles du noyau magnétique, relativement à la position actuelle de cette verge, observons que la force exprimée par OP, se décompose en deux autres, l'une PD ou OH, (*fig.* 51), perpendiculaire sur OI; l'autre OD, qui coïncide avec cette derniere ligne. De ces deux forces, la premiere ne contribue pas sensiblement au magnétisme de la verge, parce qu'elle s'exerce dans le sens de l'é-

paisseur de cette verge, que l'on suppose être peu considérable. L'autre force représentée par OD, agira, au contraire, avec une certaine intensité, & cette action sera telle, que l'extrêmité O deviendra négative, & l'extrêmité D positive; & comme l'on a OD plus petite que OP, la vertu communiquée à la verge, sera moindre que dans le cas précédent.

Enfin, concevons que l'on eût placé la verge de maniere qu'elle fît un angle plus ouvert avec OP, & qu'en même-temps elle restât dans le même plan vertical sur lequel se trouve la ligne OD: soit OZ la direction de la verge, dans ce troisieme cas, cette ligne étant censée s'abaisser au-dessous de la direction OD. Alors la partie OX qui représente l'action des poles, pour communiquer le magnétisme à cette verge, se trouvant encore diminuée, la verge sera dans un cas encore moins favorable, & n'acquerra pas autant de vertu que quand elle avoit la position OD.

En général, plus l'angle formé par l'incidence de la verge sur la ligne OP sera ouvert, plus aussi la partie de l'action des poles qui s'exerce suivant la longueur de la verge sera petite, & plus parconséquent le magnétisme communiqué à la verge, ira en décroissant.

Il suit delà que le cas où la verge, que l'on suppose rester dans le même plan vertical, reçoit le *maximum* de magnétisme, est celui où l'angle

dont on vient de parler, est le plus petit possible. Or, si l'on mene du point P une perpendiculaire sur le plan où se trouve la verge; en sorte que cette perpendiculaire soit, par exemple, la ligne PD, & si l'on joint les points O, D, par une droite, la direction OD sera celle où le *maximum* de magnétisme aura lieu. Car, alors la ligne PD qui représente la force nulle, étant la plus petite possible, la ligne OD qui exprime la force réelle, sera plus longue que dans toute autre position de la verge.

A mesure que la direction de la verge s'écartera de la position OD, que nous avons vue être la plus favorable, & passera à d'autres positions telles que OZ, en restant toujours néanmoins dans le même plan vertical, l'angle de la nouvelle direction avec OD augmentera, & il y aura un point où cet angle deviendra droit, comme DOY. Or, la force des deux poles représentée par OD, s'exerce alors toute entiere, suivant l'épaisseur de la verge; & parconséquent ce cas est celui où le magnétisme communiqué à la verge est à son *minimum*.

166. Il y a donc, relativement à chaque plan vertical, une position qui donne le *maximum* du magnétisme acquis par la verge. C'est celle qui coïncide avec la direction OD de la force OP, rapportée au plan dont il s'agit.

Il y a une autre position qui donne le *minimum* de magnétisme : c'est celle qui est dirigée perpendiculairement à OD. Entre ces deux positions, on en conçoit une infinité d'intermédiaires, dans lesquelles la force du magnétisme varie, en se rapprochant plus ou moins de l'un ou l'autre des extrêmes.

167. Mais de plus, parmi tout les plans verticaux possibles, il y en a un où la verge située de la maniere la plus favorable, relativement à toutes les autres directions qui peuvent avoir lieu dans ce même plan, acquerroit un degré de magnétisme plus considérable que dans tout autre plan; & l'on conçoit aisément que ce plan est celui dans lequel se trouvent les lignes MO, NO (*fig.* 50), & que la direction la plus avantageuse pour la verge, est celle de la ligne OP, qui représente la résultante des forces exercées par les centres d'action du noyau magnétique.

C'est dans ce plan que se dirige toujours une aiguille aimantée, suspendue librement. On lui a donné le nom de *Méridien magnétique ;* & l'on appelle *Équateur magnétique*, le plan qui divise le noyau en deux hémispheres, dont l'un seroit tout entier dans l'état positif, & l'autre, tout entier dans l'état négatif. Si le fluide étoit uniformément distribué dans le noyau, en sorte que son centre magnétique se confondît avec le

centre de notre globe, il est clair que l'équateur magnétique ne seroit point distingué de l'équateur terrestre. De plus, la déclinaison seroit nulle pour tous les lieux de la terre; car le noyau magnétique pourroit être censé réduit dans ce cas à un simple fil, dirigé suivant l'axe du globe; d'où il suit qu'il produiroit par rapport à une aiguille aimantée, mobile sur un pivot vertical au-dessus de la surface de la terre, les mêmes effets qu'un fil d'acier aimanté, à l'égard d'une aiguille dont le support seroit situé dans le même plan vertical que l'axe de ce fil. Or, il est évident que la direction de l'aiguille coïncideroit avec ce plan. Il suit delà que, dans la supposition présente, le méridien magnétique se confondroit toujours avec le méridien du lieu. Quant à l'inclinaison de l'aiguille, elle existeroit nécessairement, dans la même hypothese, excepté à l'équateur, où elle seroit absolument nulle; elle croîtroit par degrés depuis l'équateur jusqu'aux poles, où l'aiguille prendroit une direction qui seroit dans le prolongement de l'axe de la terre.

Mais il paroît, comme nous l'avons déja dit, que la distribution du fluide se fait irrégulierement dans l'intérieur du noyau magnétique; en sorte que ses centres d'action ne sont pas situés exactement sur l'axe de notre globe, ni à des distances égales de son centre. Or, par une suite

néceſſaire de cette déviation; 1°. ce n'eſt point à l'équateur que l'inclinaiſon eſt nulle, parce qu'une aiguille dont le ſupport ſeroit ſitué dans le plan de ce cercle, ne peut avoir ſes deux poles également attirés & repouſſés dans le ſens horizontal, par les centres d'action du noyau magnétique, qui ſont à des diſtances inégales de ces mêmes poles. 2°. Les lieux où l'inclinaiſon eſt nulle, ne forment point une courbe réguliere dont tous les points ſeroient ſitués dans le même plan. Car, à cauſe de la diſtribution inégale du fluide, l'aiguille tranſportée ſucceſſivement à différens endroits du globe, s'approche & s'écarte tour à tour de certaines parties du noyau, dans leſquelles le fluide eſt plus denſe ou plus rare qu'il ne devroit l'être, & parconſéquent les points où elle ceſſe de décliner, ſe trouvant tantôt au-delà, & tantôt en-deçà de ceux où le même effet auroit lieu, dans le cas d'une diſtribution uniforme; la courbe qui en réſulte, forme des eſpeces d'inflexions ou d'ondulations en différens ſens. 3°. Les centres d'action n'étant pas ſitués ſur l'axe du globe, ainſi que nous l'avons obſervé; il s'enſuit que l'aiguille tranſportée ſur différens points de la ſurface de la terre, doit s'écarter du méridien du lieu, ſuivant l'angle que fait avec ce méridien la ligne qui joint les centres d'action. 4°. Il y aura cependant certains points où la déclinaiſon ſera nulle;

ſavoir, ceux à l'égard deſquels les différentes denſités des portions de fluide répandues inégalement dans les deux hémiſpheres du noyau, combinées avec les diſtances de ces portions de fluide aux deux poles de l'aiguille, ſeront telles, que la réſultante de toutes les forces du noyau ſur l'aiguille, paſſera par le plan du méridien; en ſorte que par rapport aux lieux dont il s'agit, les centres d'action du noyau ſe trouveront accidentellement ſur l'axe du globe terreſtre. Mais tous ces points, ainſi que ceux où la déclinaiſon ſeroit d'un nombre déterminé de degrés, ne pourront former aucunes courbes régulieres, tant à cauſe de la poſition, en général oblique, de la ligne qui joint les centres d'action, que de la variation continuelle à laquelle ces centres ſont ſoumis, par la raiſon que nous avons expoſée plus haut.

168. Il y a donc, pour chaque lieu du globe, un méridien magnétique particulier, dont la poſition change un peu, relativement au même lieu, tant par l'effet d'une déviation continue, qui paroît provenir de la mobilité du fluide renfermé dans l'intérieur du noyau, que d'une autre variation paſſagere qui tient à des cauſes extérieures & locales, ainſi que nous l'avons déja dit. Par exemple, le premier Janvier 1784, une aiguille aimantée, ſuſpendue dans les caves

de l'Obſervatoire, déclinoit de 21ᵈ, 41', 8'' vers l'oueſt. Mais cette déclinaiſon differe d'une certaine quantité d'avec celle qui avoit été obſervée précédemment ; & il y a tout lieu de croire qu'elle ſubira par la ſuite de nouveaux changemens.

169. On voit, par ce qui précede, qu'il n'eſt pas néceſſaire d'avoir aucun aimant, ſoit naturel, ſoit artificiel, en ſa diſpoſition, pour faire prendre à une verge de fer, dans l'état naturel, un certain degré de magnétiſme. Il ſuffit de diſpoſer cette verge de maniere, que les forces des centres d'action du noyau magnétique de notre globe puiſſent déplacer le fluide, en le faiſant mouvoir d'une extrêmité vers l'autre. La poſition la plus avantageuſe eſt celle qui coïncide avec la direction que prendroit d'elle-même une aiguille aimantée & mobile ſur ſon centre. Au bout d'un certain temps, la verge donnera des ſignes marqués de magnétiſme. Ceci rend raiſon de certains effets, qui ont dû cauſer d'abord beaucoup de ſurpriſe, tels que le magnétiſme qu'acquerent naturellement les barres de fer qui ont une poſition conſtante au haut des édifices. Une des premieres obſervations de ce genre dont on ait parlé, eſt celle que fit Gaſſendi, au ſujet de la tige qui ſoutenoit la croix du clocher de S.

Jean d'Aix en Provence. Cette observation a été répétée depuis sur d'autres tiges semblables.

170. M. Æpinus cite un autre fait encore plus curieux, que chacun peut vérifier, à l'aide d'une expérience facile. Ayez une verge de fer mou AB (*fig.* 52), & tenez-la pendant un instant dans une position où l'action du globe puisse lui communiquer un certain degré de magnétisme. Si vous présentez une aiguille aimantée *sn*, successivement aux deux extrêmités de la verge, en maintenant celle-ci parallele à elle-même, vous observerez que l'extrêmité inférieure B attire le pole austral *s* de l'aiguille, & que l'extrêmité supérieure A repousse le même pole, (108). Renversez alors la verge, de maniere que l'extrêmité A prenne la place de l'extrêmité B, & réciproquement; puis répétez l'expérience. Vous aurez des résultats contraires, c'est-à-dire, que A repoussera le pole *s* de l'aiguille, & que B l'attirera. Ce changement subit qui s'opere dans l'état de la verge, a paru merveilleux aux Physiciens qui en ont été les premiers spectateurs. Mais on en conçoit aisément la raison, d'après ce qui a été dit, puisque la verge ayant acquis, par sa premiere position, un certain magnétisme, mais léger & en quelque sorte fugitif, doit le perdre à l'instant, pour passer au magnétisme

opposé, aussi-tôt qu'on l'a dirigée dans une position inverse, à l'égard des poles du noyau magnétique de notre globe.

Il est presqu'inutile de remarquer, que si l'on place un barreau de fer dur dans une situation convenable, il acquerra plus difficilement la vertu magnétique qu'un barreau de fer mou, mais la conservera aussi plus long-temps; en sorte que si l'on renverse sa position, il passera beaucoup plus lentement à l'état contraire.

171. Les observations précédentes ont fourni aux Physiciens des moyens pour communiquer à des barreaux d'acier trempé le plus haut degré de magnétisme dont ils fussent susceptibles, sans avoir préalablement, sous la main, aucune espece d'aimant, soit naturel, soit artificiel. Il ne s'agit que de faire prendre d'abord à des barreaux de fer mou, un commencement de magnétisme, en les plaçant d'une maniere convenable, relativement au méridien magnétique du lieu : on emploie ensuite ces barreaux, pour en aimanter d'autres plus durs, par la méthode du double contact; ces derniers font à leur tour la même fonction, par rapport à d'autres barreaux, qui ont le degré de trempe requis pour les aimans artificiels ordinaires. On parvient ainsi à conduire, dans ces différens barreaux, la vertu magnétique, par des accroissemens successifs, à

ſon *maximum*. Nous n'entrerons pas dans le détail de ces procédés, que chacun peut varier à ſon gré, en ſe dirigeant d'après les principes de la Théorie.

172. Mais nous ne devons point paſſer ſous ſilence un moyen indiqué par M. Æpinus, pour ſeconder, à l'égard des premiers barreaux de fer, l'action du magnétiſme terreſtre. Au lieu de diſpoſer ſimplement ces barreaux dans les directions dont nous avons parlé, on peut, en même-temps qu'on les tient dans une direction verticale, les frapper à coups redoublés, à l'aide d'un marteau. Les ſecouſſes imprimées aux barreaux par ces percuſſions, occaſionnent dans leur maſſe une eſpece de vibration générale, qui déplace un peu leurs particules, les écarte les unes des autres, & donnant par-là plus de jeu au mouvement du fluide magnétique, facilite l'action des forces du globe, pour refouler ce fluide d'une extrêmité des barreaux vers l'autre.

173. C'eſt probablement en vertu d'un Mécaniſme ſemblable, que l'on parvient à aimanter des aiguilles qui ſont encore dans l'état naturel, ou à renverſer leurs poles, ſi elles étoient déja aimantées, en leur faiſant ſubir une forte commotion électrique. La foudre eſt capable de produire le même effet ſur une verge de fer qui en ſeroit frappée; & cette cauſe peut concourir

avec la direction des tiges qui soutiennent les croix des clochers, pour produire dans ces tiges le magnétisme dont nous avons parlé plus haut.

174. M. Æpinus a éprouvé encore, que l'action du feu fournissoit un moyen d'augmenter sensiblement la vertu des aimans naturels. Ce Physicien ayant fait rougir sur un brasier, des aimans de ce genre, & les ayant laissés réfroidir, observa, qu'à la vérité, ils avoient perdu presque tout leur magnétisme. Mais les ayant ensuite placés entre deux barreaux d'acier fortement aimantés, il trouva, après les avoir retirés au bout d'un quart-d'heure, ou d'une demi-heure, qu'ils avoient acquis un degré de vertu beaucoup plus considérable que celui dont ils étoient doués d'abord.

175. Il se présente ici une difficulté qui paroît très-forte, & dont on ne voit pas d'abord que la Théorie puisse fournir la solution. « Si l'action du noyau magnétique de notre globe, est capable, dira-t-on, de communiquer au fer une vertu si sensible, elle devroit aussi exercer une certaine attraction sur ce métal, comme cela a lieu, par rapport aux aimans que nous employons dans nos expériences. Un exemple choisi entre plusieurs que l'on pourroit citer, servira à mettre la difficulté dans tout son jour. Placez une verge aimantée sur une lame de bois ou de liége, de maniere qu'elle nage à fleur

Évaluons maintenant les attractions des aimans, pour faire avancer la verge *cd* dans la direction *cx*. Pour que ces attractions produisent quelqu'effet, il faut que l'aiguille *cd* soit déja elle-même un aimant, dont *d* sera le pole négatif, & *c* le pole positif. Or, l'action de chacun des aimans tend à attirer le pole *d* & à repousser le pole *c*. Les effets produits seront donc ici en raison des différences entre les deux actions de chaque aimant sur les poles *d*, *c*. Mais l'action de l'aimant A sur le pole *d*, étant toujours $(\frac{1}{de})^2$, son action sur le pole C sera $(\frac{1}{ce})^2$, & la différence de ces deux fractions exprimera l'effet total de l'aimant pour attirer la verge *cd*. On concevra de même que l'effet de l'aimant B, pour attirer la même verge, doit être représenté par la différence des deux fractions $(\frac{1}{ld})^2$, $(\frac{1}{lc})^2$, dont la premiere exprime la force attractive, & la seconde la force répulsive.

On sait que plus le dénominateur d'une fraction est grand, son numérateur restant le même, & plus cette fraction est petite. Or, les deux dénominateurs $(ld)^2$, $(lc)^2$, sont incomparablement plus grands que les dénominateurs $(de)^2$, $(ce)^2$, d'où il suit que les fractions $(\frac{1}{ld})^2$, $(\frac{1}{lc^2})$, sont aussi incomparablement plus petites que les

fractions

fractions $(\frac{1}{de})^2$, $(\frac{1}{ce})^2$. Donc la différence de ces dernieres, en supposant l'aimant B à une distance immense, sera presque nulle par rapport à la différence entre les premieres (*a*).

On voit par cet exposé, que les forces communicatives des deux aimans sont exprimées par de simples fractions, & leurs forces attractives par des différences de fractions. Les résultats auxquels conduisent ces deux sortes d'expressions, sont eux-mêmes très-différens; en sorte que l'action de l'aimant B, pour attirer l'aiguille *cd*, se trouve presque infiniment petite à l'égard de celle qu'exerce l'aimant A pour produire le même effet, tandis qu'au contraire, l'action de l'aimant B, pour communiquer le magnétisme à la verge *cd*, est encore très-comparable à l'action analogue de l'aimant A.

176. La force des poles du même noyau magnétique est susceptible pareillement de faire

---

(*a*) Les dénominateurs $(ld)^2$, $(lc)^2$, different plus entr'eux que les dénominateurs $(de)^2$, $(ce)^2$, ce qui tend à rendre la différence entre les deux fractions $(\frac{1}{ld})^2$, $(\frac{1}{lc})^2$, plus grande que celle des deux autres fractions. Mais la compensation qui résulte de l'extrême petitesse des dénominateurs, rend presque nul l'effet de la différence dont il s'agit.

prendre à une aiguille aimantée la direction du nord au sud, quoique leur force attractive soit comme nulle. Concevons que *cd* (*fig.* 54), représente une aiguille aimantée, mobile sur son centre *o*, & écartée par une force extérieure quelconque de la direction *rs* de son méridien magnétique. Soit *b* le point dans lequel seroit concentrée la force d'un aimant très-éloigné de l'aiguille, cette force étant toujours supposée être positive. Soit *c* le pole positif de l'aiguille, & *d* son pole négatif. La force *b* agit sur le pole *c*, suivant la direction *bc* qui se confond sensiblement avec *zc*, parallele à *bo*, à cause de la grande distance. Soit *nc* la quantité de cette action. La même force *b* agit sur le pole *d*, suivant la direction *db* ou *dx* parallele à *bo*; soit *fd* la quantité de cette action. La premiere action *nc* se décompose en deux, l'une suivant *cl*, qui est détruite par la résistance du point *o*, l'autre suivant *nl*, qui seule contribue à ramener l'aiguille sur son méridien *rs*. Pareillement l'action *fd* se décompose en deux, l'une suivant *dg*, & nulle dans le cas présent; l'autre suivant *fg*, qui seule doit être considérée. On voit par-là que les deux actions de l'aimant *b* sur les poles de l'aiguille, conspirent à produire le même effet, en sorte que leur somme exprime la quantité de cet effet. Or, à une très-grande distance, la somme dont il

s'agit peut être encore très-appréciable, comme celle qui exprime la force communicative de l'aimant. Au contraire, la force attractive, comme nous l'avons vu (175), n'est exprimée que par la différence des deux actions de l'aimant sur les poles de l'aiguille, différence qui est censée infiniment petite à une distance immense. Il n'est donc pas étonnant que le noyau magnétique de notre globe exerce une force directive très-sensible sur une aiguille aimantée, tandis qu'il ne donne aucun signe de force attractive, relativement à la même aiguille.

Remarquons, en finissant, que les différences entre les forces communicative & directive d'une part, & la force attractive de l'autre, sont bien plus grandes dans l'hypothese de la raison inverse du quarré des distances, que dans celle du rapport inverse des simples distances; ce qui confirme les résultats obtenus par M. Coulomb, pour prouver que le fluide magnétique suit la premiere des deux loix que nous venons de citer.

VII. Des aimans naturels, & des mines de fer renfermées dans l'intérieur du globe.

177. La force magnétique du noyau qui occupe le milieu du globe terrestre, exerce

continuellement sur les mines de fer situées autour de lui, à une certaine distance, une action semblable à celle qui a lieu, par rapport aux verges de fer que nous disposons à la surface, dans des situation convenables (169). Si ces mines de fer sont propres, par leur nature, à recevoir facilement la vertu magnétique, & que leur position seconde la communication de cette vertu, elles formeront des mines d'aimant, dont les différens morceaux, après avoir été retirés du sein de la terre, auront deux poles, & seront susceptibles de prendre la même direction que les aiguilles magnétiques.

178. L'aimant se trouve en masses dans l'intérieur de plusieurs montagnes, en Sibérie, en Dalécarlie, en Norvege, dans le Dévonshire, province d'Angleterre, &c. Ces masses, d'après la Théorie, doivent avoir, en général, leurs poles dans des états opposés à ceux du noyau magnétique, vers lesquels ces mêmes poles sont tournés, en sorte, par exemple, que le pole, qui dans le sein de la terre étoit le plus voisin du nord, sera encore le pole boréal, après l'extraction de la mine (163). Mais il est possible aussi que parmi les morceaux détachés d'une même masse d'aimant, quelques-uns aient leur poles dans des situations renversées. C'est ce qui arriveroit, suivant M. Æpinus, si la masse avoit

plusieurs points conséquens (111), & que les ruptures eussent été faites entre les limites des parties, alternativement aimantées en plus & en moins. Car, soit AN (*fig. 55*), une masse qui ait sa partie AB dans l'état positif, sa partie BG dans l'état négatif, & ainsi de suite. Si l'on coupe cette masse en trois fragmens AC, CD, DN, on voit que la partie négative CD se trouvera adjacente à celle de AC, & qu'ainsi les poles de ces deux fragmens seront situés en sens contraire les uns des autres. C'est à l'observation à décider si ce cas, dont la Théorie fait voir la possibilité, existe réellement dans la nature.

179. On conçoit assez facilement, d'après ce qui vient d'être dit, l'origine de la vertu magnétique, dont plusieurs mines de fer se trouvent douées naturellement, sur-tout si l'on fait attention que ces mines ont pu être exposées pendant une longue suite d'années à l'action du noyau magnétique. Mais on demandera pourquoi toutes les mines de fer ne manifestent pas au moins un certain degré de magnétisme. Car il y en a qui sont simplement attirables à l'aimant, sans offrir aucune apparence de poles, telles que les mines de fer octaëdre de Falun en Dalécarlie, de l'île de Corse, &c. La mine de l'île d'Elbe, en cubes incomplets dans leurs angles solides; celle de Framont dans les Vosges, en pyramides exaëdres

naissantes, opposées bâse à bâse, &c. Les Minéralogistes ont désigné ces mines sous le nom de *Ferrum retractorium*, pour les distinguer de la mine d'aimant, qu'ils appellent *Ferrum attractorium*.

180. De plus, on trouve une grande quantité de mines de fer sur lesquelles le barreau aimanté n'a aucune action sensible, même lorsqu'elles sont réduites en parcelles. De ce nombre sont les concrétions ferrugineuses produites par l'action de l'eau, les mines de fer hépatiques & limoneuses, qui n'ont qu'un aspect mat & terreux, &c. Les Minéralogistes ont nommé toutes ces mines, *Ferrum refractarium*.

181. Pour résoudre la question proposée, il faut regarder d'abord, comme un principe, qu'il n'y a que les corps où le fer est à l'état métallique, qui puissent posséder les propriétés de l'aimant. En second lieu, si le fer, en le supposant à l'état de métal, est combiné avec d'autres substances qui le minéralisent (*a*), le mélange de celles-ci pourra

---

(*a*) On dit d'une substance métallique, qu'elle est *minéralisée*, lorsqu'elle se trouve intimement unie avec une autre substance qui altere plus ou moins les propriétés dont elle jouissoit dans l'état de pureté. Par exemple, un métal ainsi combiné avec son minéralisateur, n'est plus malléable, ou l'est beaucoup moins

s'opposer plus ou moins au déplacement nécessaire du fluide, soit pour que le fer se convertisse en aimant, soit pour qu'il devienne simplement attirable à l'aimant.

Cela posé, il est clair qu'aucune des mines citées en dernier lieu, ne peut acquérir, ni par son séjour dans le sein de la terre, ni à l'aide de nos procédés artificiels, les propriétés magnétiques. Car ces mines ne sont formées que d'une chaux de fer, qui a besoin d'être traitée chimiquement, pour que le métal soit revivifié (*a*), & devienne susceptible de magnétisme. Il n'y a donc nulle difficulté par rapport aux mines dont il s'agit.

182. A l'égard des autres, qui ont le brillant métallique, comme celles des îles d'Elbe & de Corse, ce n'est pas un fer pur, ou un fer natif, suivant l'expression des Minéralogistes. L'existence du fer, dans ce dernier état, est encore un problême, & quand elle seroit avérée, le fer

qu'auparavant, comme cela arrive au fer minéralisé par le soufre dans la pyrite.

(*a*) Revivifier un métal, c'est le ramener de l'état terreux sous lequel il se présentoit, à celui de métal, proprement dit. C'est ainsi que la rouille, qui n'est qu'une chaux de fer, reprend, à l'aide d'une opération de Chimie, le brillant & les autres propriétés métalliques.

natif paroîtroit devoir être rare dans la nature, puisqu'on ne cite qu'un petit nombre d'endroits où l'on prétende en avoir trouvé. Ce métal, dans les mines ordinaires attirables à l'aimant, est minéralisé par des principes particuliers que la Chimie n'a pas encore déterminés. De plus, quelques-unes de ces mines, quoiqu'elles présentent l'aspect métallique, sont composées, en très-grande partie, de chaux de fer mélangée d'une petite quantité de métal, qui masque, en quelque sorte, cette chaux par le brillant qu'il répand sur elle. Telle est la mine de l'île d'Elbe, que l'on croiroit, au premier coup-d'œil, abondante en métal tout formé, mais qu'il suffit de limer, pour la réduire presque toute entiere en une poudre rougeâtre & onctueuse, semblable à celle de certaines hématites.

Il n'est donc pas étonnant qu'il y ait tant de mines de fer qui se refusent au magnétisme que l'action du globe tend à leur communiquer. Aussi, quoique plusieurs de ces mines aient une action marquée sur l'aiguille aimantée, il est rare que l'on parvienne à leur faire prendre la vertu magnétique, en les frottant avec un aimant, ou en les plaçant, pendant quelque temps, entre deux barreaux fortement aimantés. J'ai fait d'inutiles efforts pour communiquer même un léger degré de vertu à des octaëdres de fer, de la

mine de Falun en Dalécarlie, dont l'axe avoit près d'un pouce. J'ai pris une lame de fer ſpéculaire de la mine de Bitsberg, ſituée au même pays : cette lame a deux pouces & demi dans ſa plus grande dimenſion ; un de ſes angles repouſſoit naturellement le pole ſud d'un barreau aimanté, & attiroit le pole nord. Mais cette action étoit foible & reſſerrée dans un petit eſpace. Car tous les autres angles de la lame attiroient indifféremment les deux poles du barreau, & ces attractions n'avoient non plus qu'une énergie peu ſenſible. J'ai eſſayé d'aimanter cette lame par la méthode corrigée du double contact, & elle n'a pas donné plus de ſignes de magnétiſme qu'auparavant.

On conçoit, d'après ces expériences, comment il peut arriver que, parmi les mines de fer répandues dans l'intérieur du globe, il n'y en ait que quelques-unes qui ſe prêtent à l'action communicative du noyau magnétique. L'impuiſſance de l'art nous fournit ici un terme de comparaiſon pour juger du peu d'effet que doivent produire les forces de la nature, par le défaut de circonſtances propres à en ſeconder l'application.

183. Avant de finir, nous ne devons pas omettre une conjecture de M. Æpinus ſur la cauſe des variations de l'aiguille aimantée. Ce

Physicien présume que ces variations pourroient bien être dues, en grande partie, ou même en totalité, à la force perturbatrice des mines d'aimant, dont l'action détourneroit sans cesse l'aiguille de la direction qu'elle eût prise, proportionnellement aux latitudes, si le noyau magnétique agissoit seul sur elle. Car d'un côté, la quantité de ces mines varie sans cesse, soit par l'exploitation qui s'en fait, soit par l'addition de celles qui se forment naturellement, avec le temps : d'une autre part, l'action continuée du noyau magnétique, augmente successivement l'intensité de la vertu acquise par les mines d'aimant. Enfin, les ruptures occasionnées par les tremblemens de terre, & autres accidens semblables, peuvent déplacer des masses considérables d'aimant, & produire ainsi des changemens dans leur maniere d'agir sur l'aiguille. Ce soupçon paroît être confirmé par certaines relations, où nous lisons qu'à la suite d'un violent tremblement de terre, les aiguilles aimantées avoient subi tout-à-coup des déviations sensibles. Si la conjecture étoit fondée, ce seroit en vain qu'on se flatteroit de pouvoir déterminer, à l'aide du temps, la loi que suivent les variations de position qu'on observe dans l'équateur magnétique, ainsi que dans les méridiens magnétiques des différens lieux de la

terre, puiſque ces variations dépendroient d'une cauſe qui ne ſeroit aſſujetie à aucune regle conſtante dans ſa maniere d'agir. Au reſte, on voit combien ſeroit intéreſſante une ſuite de bonnes obſervations faites dans la vue de jeter du jour ſur ce point de Théorie. Il ſeroit à ſouhaiter encore que les Minéralogiſtes Voyageurs, qui rencontreroient des mines d'aimant, obſervaſſent la direction qu'avoient dans le ſein de la terre, les poles des différens morceaux détachés de ces mines, & qu'ils préſentaſſent même au barreau aimanté, les mines de fer en minerai, quelles qu'elles fuſſent, immédiatement après leur extraction, pour éprouver ſi elles n'auroient pas alors un certain degré de magnétiſme naturel, mais ſuſceptible de ſe diſſiper en peu de temps, comme celui que nous communiquons au fer mou, qui le laiſſe échapper auſſi facilement qu'il l'avoit acquis. Les Sciences ne feront de progrès réels, que quand on ſaura ainſi les aſſocier les unes aux autres, les faire marcher de concert, & réunir, dans une même recherche, pluſieurs points de vue dont l'enſemble répande des traits de lumiere, toujours perdus pour l'homme borné à la conſidération des détails iſolés.

FIN.

Additions à faire.

Page 83, après la note, *ajoutez* : Suivant M. Prieſtley, (Hiſt. de l'Electricité, Tom. II, pag. 37), l'expérience dont il s'agit ici, fut imaginée par MM. Wilke & Æpinus. Mais il paroît plutôt que l'idée en eſt due à M. Æpinus ſeul, & que ce Savant, après l'avoir communiquée à M. Wilke, travailla avec lui à conſtater une découverte d'autant plus belle, qu'indépendamment du jour qu'elle devoit répandre ſur la Théorie, elle étoit le fruit de la réflexion, & avoit été ſuggérée à ſon Auteur par les principes même de cette Théorie. La lame d'air ſe trouvant renfermée entre deux grandes planches garnies de fer blanc; l'une de ces planches paſſa à l'état négatif, tandis qu'on électriſoit l'autre poſitivement, & la démonſtration fut complette, lorſque M. Æpinus, ayant touché à la fois les deux planches, reſſentit une commotion ſemblable à celle de l'expérience de Leyde.

Page 190, après la note, *ajoutez* : Je dois dire cependant que M. Æpinus s'exprime plus poſitivement, page 38, que dans d'autres endroits de ſon Ouvrage, & y incline en faveur de la raiſon inverſe du quarré des diſtances, mais ſans alléguer d'autre preuve que l'analogie.



TABLE
DES ARTICLES
DE
L'ÉLECTRICITÉ.

TABLE DES ARTICLES DU MAGNÉTISME.

Fin de la Table.

J. CH. DESAINT, IMPRIMEUR,
RUE SAINT-JACQUES.

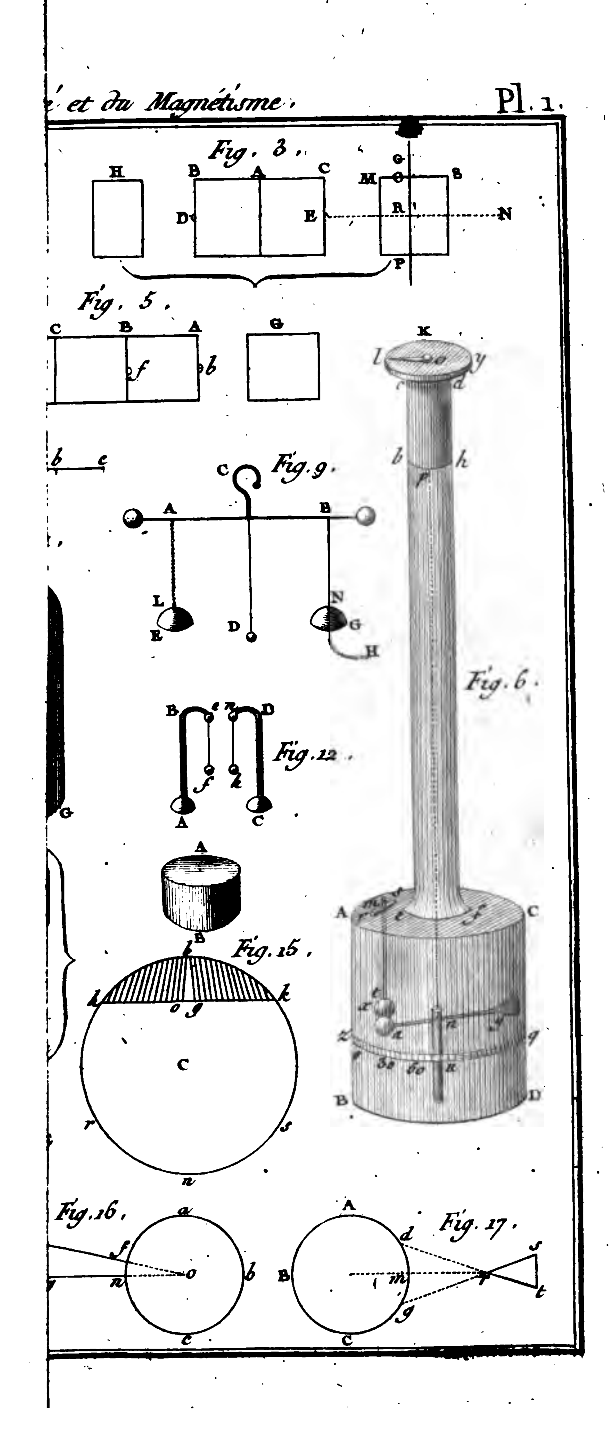

Fig. 3.
H
B
A
C
G
M
S
D
E
R
N
P
Fig. 5.
C
B
A
G
f
b
b
c
C
Fig. 9.
A
B
L
E
D
N
G
H
K
l
o
y
c
d
b
h
p
Fig. 6.
B
e
n
D
Fig. 12.
f
k
A
C
G
A
B
Fig. 15.
b
l
k
o
g
C
r
s
n
A
C
e
f
z
a
n
q
32
60
B
D
Fig. 16.
a
f
n
o
b
c
A
Fig. 17.
d
B
m
s
t
g
C

Fig. 22.
d a c
C D B
F g h
G H

Fig. 23.
A C B

Fig. 25.
A B

B b

31.

R U K D S E H M N
c z n r k m t g y
X T L G F I P O

Fig. 28.
F E A
C B D g n

C B F G K H N D
Fig. 29.

Fig. 30.
A B
a m b d

Fig. 32.
B C a
D H A K E
R f S
N i O
F G

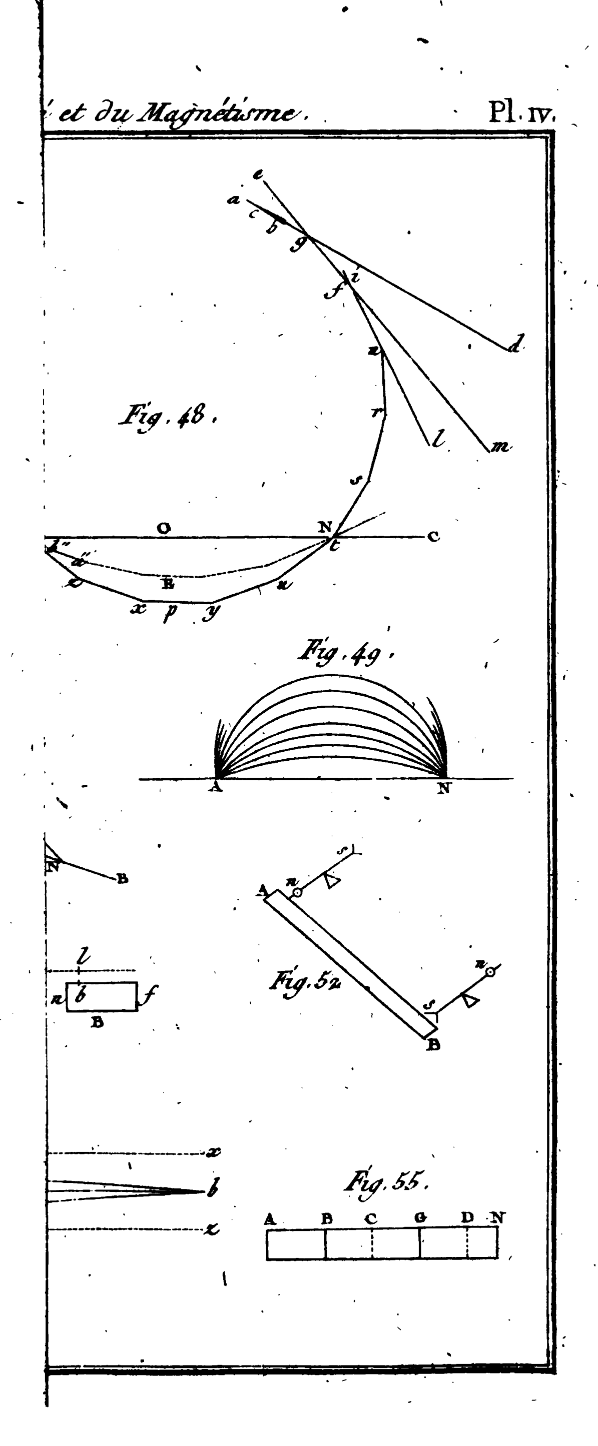
35.
E

Fig. 39

Fig. 41.

Fig. 44.

Fig. 43.


Fig. 48.
e
a
c
b
g
i
f
d
n
r
l
m
s
O
N
C
t
E
u
x
p
y
Fig. 49.
A
N
B
s
n
A
Fig. 52
n
s
B
l
n
b
f
B
x
b
z
Fig. 55.
A B C G D N

MÉMOIRE
SUR
LES EAUX MINÉRALES
ET
LES ÉTABLISSEMENS THERMAUX
DES PYRÉNÉES.

MÉMOIRE
SUR
LES EAUX MINÉRALES
ET
LES ÉTABLISSEMENS THERMAUX
DES PYRÉNÉES,

COMPRENANT la recherche des moyens les plus propres à recueillir et conserver les SOURCES MINÉRALES, et la description des Monumens à élever, pour utiliser ces Eaux salutaires à la guérison des Blessures des Défenseurs de la République.

Lomet, Antoine François

PUBLIÉ PAR ORDRE DU COMITÉ DE SALUT PUBLIC.

A PARIS,

Chez R. VATAR, imprimeur du comité de Salut Public.

An 3 de la République française.

AVANT-PROPOS.

Quiconque a visité nos eaux minérales les plus renommées, s'est convaincu que leurs établissemens sont fort au-dessous de leur réputation. Si on les considère comme bains, il n'y a rien qui rappelle l'élégance et la propreté de ceux des anciens. Les considère-t-on comme établissemens médicinaux? ils ne sont nullement au niveau des connoissances des modernes.

Chargé par le Comité de Salut public de lui rendre compte des moyens les plus propres à faire jouir les défenseurs de la liberté, du secours des eaux de Baréges et de Bagnères, j'ai eu occasion d'y reconnoître les vice communs à tous les établissemens thermaux de la république. Il en est de même pour les autres eaux des Pyrénées, et Cauterès sur-tout est dans un état de délabrement qu'il est difficile de se figurer. Je devois reconnoître les causes de

l'insuffisance de ces gothiques établissemens, et concevoir un plan de restauration, fondé sur de meilleurs principes.

On ne feroit rien d'utile et de durable, si l'on ne regardoit ce qui existe comme non avenu : envain les sciences ont pris l'essor, elles ont été sans influence pour l'amélioration de nos bains. Il semble qu'une vieille superstition ait considéré les eaux minérales comme un miracle qu'il ne falloit pas regarder de trop près. Où l'on devoit appeller des naturalistes et des architectes, on a employé des fontainiers et des appareilleurs. Les eaux thermales ne se trouvent que dans les contrées montueuses; c'est sur la connoissance des montagnes et l'observation de leurs phénomènes, que l'on devoit fonder le systême de la recherche et de la distribution des eaux; l'on a agi comme s'il n'y avoit ni montagnes, ni accidens particuliers aux contrées montueuses. On auroit construit les établissemens en plaine, pour les amener sur des roulettes au lieu de leur desti-

nation, qu'ils ne seroient pas plus étrangers à la place qu'ils occupent.

Je ne pouvois songer à donner une nouvelle face à ces établissemens, sans observer les sources dans leur relation avec les lieux, sans pénétrer dans le mystère de leur formation, sans essayer de jeter les fondemens d'une science qui remplaçât l'aveugle routine de nos pères.

Les élémens de cette science existent dans les ouvrages modernes. D'une part, la nouvelle chimie a jeté la lumière sur l'opération de la nature à qui nous devons les eaux minérales. De l'autre part, les naturalistes voués à l'étude des montagnes, nous ont appris que le désordre de ces masses n'étoit qu'apparent, et que leurs rochers étoient soumis à un arrangement régulier. Il falloit réunir ces faits épars. Il falloit les comparer, les vérifier et en tirer un corps de doctrine qui dirigeât les travaux d'après une connoissance exacte de la nature des rochers qui produisent les sources minérales, de leur situation dans

les montagnes, de leur direction et des loix qu'observent les filons que parcourent les eaux qui se minéralisent; c'étoit la seule méthode propre à éclairer la recherche de ces eaux; c'étoit le seul guide à suivre pour en assurer et en améliorer les produits.

Après avoir recueilli les eaux avec intelligence, il falloit songer à mettre les établissemens à l'abri des accidens des montagnes. La nature y est dans une agitation continuelle, et ses révolutions, qui comptent par siècles dans les plaines, comptent ici par années. Les éboulemens du terrein, les irruptions des torrens, la chûte des lavanges, devoient être prévus et calculés avant de proposer des monumens durables dans des vallées où les formes changent sans cesse.

Il existe des pays où la connoissance de ces phénomènes est très-avancée. En France, elle est au berceau: notre territoire est tellement étendu, et les contrées âpres et sauvages sont en si petit nombre, eû égard aux régions fertiles et riantes, que

les montagnes n'ont presque jamais été habitées que par ceux qui n'avoient pas le choix d'une autre demeure. Les hommes éclairés, tous fixés dans des villes opulentes, n'ont eu garde de se confiner dans des deserts. On a bien visité les montagnes, on les a parcourues, on les a effleurées; mais on n'y a pris d'autre idée que celle des plus beaux jours de leurs étés: ce qu'il falloit voir, c'étoit leurs rigoureux hivers, et ces printems capricieux où la nature se montre si inquiète, où tous les accidens se succèdent, se pressent, et semblent menacer chaque fois les vallées d'une complète subversion.

Les belles observations faites ailleurs m'ont indiqué celles qu'il falloit faire ici. L'art d'arrêter les éboulemens, de suspendre les lavanges, de gouverner les torrents, n'est pas né en plaine, c'est encore une science dont il falloit recueillir et poser les principes.

Ces connoissances préliminaires étant acquises, et l'objet de mon travail ayant

été ainsi considéré sous le point de vue le plus général, je pouvois m'occuper des projets de constructions qui formoient l'objet particulier de ma mission.

Il y a divers établissemens à créer, des routes à ouvrir, des ponts à construire, des travaux de tout genre à organiser. Aucune de ces choses n'est faite par une république comme elle l'est dans une monarchie; et tout se popularise dans un état populaire. Quel est l'observateur des gouvernemens qui ne reconnoîtra pas à l'ordonnance des édifices, la constitution du peuple qui les a élevés? Il faut que nos constructions prennent enfin le caractère qui leur convient. Nous n'avons que trop vu, jusqu'en ces derniers tems, le goût et les mœurs demeurer en arrière de la révolution des principes, et exécuter de ces projets bannaux, qui n'ont de populaire que la date de la république. Heureusement que dans ces édifices, tout est frivole. Aussi défectueux, aux yeux du

constructeur, que repréhensibles aux yeux de l'architecte, leur caducité venge le bon goût offensé de leur ordonnance... On ne les étudiera pas comme des ruines; on les déblayera comme des masures.

Ce ne sont pas même, dans leur pureté, les édifices d'Athènes corrompue ou de Rome esclave, de la théocratique Égypte ou de la royale Babylone, qui conviennent au peuple dont la régénération est le signal de celle de l'univers. Que les nôtres surtout portent l'auguste caractère des événemens, et de la dignité de leur objet. Il s'agit de ces braves qui ont scélé de leur sang les triomphes de la liberté. Que l'on sente à quelle idée du beau doit s'élever l'artiste chargé de proposer des monumens à leur usage. Rappellons-les à cette sévère simplicité qui sied à l'austérité républicaine. Quelles que soient leurs formes et leurs dimensions, ils seront assez riches, s'ils sont sages; ils seront grands, s'ils ne sont pas frivoles.

Il faut là des monumens d'une composi-

tion simple, naïve, mais commode et convenablement appropriée à leur usage, il faut que leur disposition soit savante et leur construction indestructible. Il faut enfin que leur style soit pur comme l'intention qui les indique, et qu'ils aient le caractère de grandeur qu'inspire le gouvernement qui les ordonne. Puissent-ils être dignes de la sollicitude d'un grand peuple sur les blessures des défenseurs de sa liberté, et attester à jamais jusques dans ces contrées si reculées, si sauvages, combien les Français surent conserver de sensibilité pour les hommes, et d'amour pour les arts, aux époques les plus orageuses de la révolution qui affermissoit la République.

Si je n'ai pu m'élever à la hauteur de mon sujet, au moins j'ai dû prouver que je l'avois atteint par la pensée; au moins tout homme convaincu de l'importance de l'objet, de la majesté du peuple qui commande ces monumens, de l'éclat des tems qui les verront naître, sera persuadé que ce seroit un crime de les livrer à la légèreté,

à la présomption, à l'ignorance de quiconque oseroit les entreprendre sans les avoir comparés à la même mesure.

Je n'aurois pu seul embrasser ce vaste horison, et fournir une pareille carrière. La commission dont je fais partie, avoit senti de bonne heure la nécessité d'appeller à son secours tous les citoyens dont elle pourroit attendre quelques lumières. Ce besoin a bientôt redoublé pour moi, car dès mes premières opérations, j'ai été privé des conseils du citoyen Vergès, mon collègue, qui fut subitement rappellé à Paris, ayant été nommé à la Commission de Santé. J'appris alors qu'il existoit à Tarbes un naturaliste connu par une longue étude des principales montagnes de l'Europe (*). J'appris que les lieux où je travaillois avoient été depuis plusieurs années l'objet de ses observations, et qu'il préparoit des ouvrages importans sur la structure et les productions des Pyrénées. Je me hâtai

(*) Le Citoyen RAMOND.

de lui communiquer nos travaux provisoires. Les observations par lesquelles il répondit à cette communication, donnèrent une nouvelle face à notre entreprise. Je conçus alors toute l'étendue qu'elle alloit acquérir. Nous avons donc réuni fraternellement nos lumières, et ce mémoire est le résultat de ce concours. Nous avons desiré qu'il devînt lui-même un monument conservateur des eaux thermales des Pyrénées. Il est ce monument, si nos efforts ont été aussi heureux que nos vœux ont été purs, et si le zèle qui indique le but, fournit aussi les moyens de l'atteindre.

LOMET.

SOMMAIRE

DES OBJETS CONTENUS AU MÉMOIRE.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

CHAPITRE VI.

MÉMOIRE
SUR
LES SOURCES MINÉRALES,
ET
LES ÉTABLISSEMENS THERMAUX
DES PYRÉNÉES.

Nous avons été chargés par le Comité de Salut public, 1°. de prendre connoissance de tout ce qui concerne les eaux minérales à Baréges, et de tout ce qui pourroit contribuer à y former un grand établissement de santé, pour les défenseurs de la république ; 2°. de développer tous les moyens de perfection, de construction et d'agrandissement, dont cet établissement est susceptible.

Nous avons été chargés en outre, d'examiner à Bagneres le bain public appelé ci-devant

de Bagnerolles, et de présenter les meilleurs moyens d'en utiliser les eaux salutaires, au profit des citoyens peu fortunés et de l'humanité souffrante.

Après avoir donné à ces divers objets toute l'attention que leur importance exige, nous avons reconnu 1°. que les bains de *Baréges* sont susceptibles d'une grande amélioration ; 2°. que pour satisfaire cependant aux besoins de nos défenseurs, il est nécessaire d'étendre les mesures aux eaux voisines de *Sauveur* et de *Cauterès*, dont les propriétés sont pareilles ; et quant aux sources de *Bagneres*, nous nous sommes assurés qu'elles étoient susceptibles de servir de base à un monument thermal des plus importans et des plus considérables.

Les travaux à entreprendre à Baréges, Sauveur et Cauterès, sont de deux sortes : 1°. des établissemens provisoires propres à faire jouir, dès-à-présent, les défenseurs de la république, de tous les secours qui peuvent résulter d'une première application de ces eaux à leur traitement ; 2°. des établissemens permanens, où seront employées toutes les améliorations dont ces sources sont susceptibles, en aménagement et en produit.

L'examen des moyens propres à assurer ces avantages, embrasse tous ceux qui doivent

produire la meilleure reprise des sources, leur conservation, la préservation des édifices, sans cesse menacés par les accidens naturels. Nous donnerons beaucoup d'étendue à cette partie de nos spéculations, parce que c'est sur-tout à cet égard que tout est à faire : la science de la recherche des sources est à créer; l'hydraulique des montagnes est inconnue aux Pyrénées ; l'art d'écarter les lavanges, de dompter les torrens, y est à peine à sa naissance; et nous avons lieu de croire que si nos observations sont propres à servir de base aux travaux qui seront entrepris dans les Pyrénées, elles ne seront pas moins utiles à tous les établissemens du même genre qui pourront être formés dans les autres parties de la République.

CHAPITRE PREMIER.

BARÉGES.

Nos premiers regards doivent se porter sur Baréges. C'est le lieu que nous a principalement désigné la sollicitude du Comité de Salut public. Ses sources sont celles dont l'utilité, pour les suites de blessures, est constatée par la plus longue expérience. Il y a un commencement d'hôpital militaire. Ajoutons que ces eaux se trouvent dans les lieux les plus exposés, et qu'à chaque révolution des saisons, elles sont en danger d'échapper à la république; si on n'y porte incessamment le regard qui apprécie le péril, et le travail qui le détourne. Cette situation exigeant toutes les espèces de travaux de construction et de préservation, nous aurons presque épuisé, en les indiquant, tout ce qui peut être proposé pour les autres établissemens du même genre.

Quoique l'ancien gouvernement ait plus fait pour Baréges que pour toutes les eaux des Pyrénées ensemble, il n'y a rien qui ne se ressente de sa nonchalance et de sa corruption. Qu'il ait à peine compté avec ses soldats; c'est tout simple. A l'air dont les nobles se glorifioient du sang qu'ils avoient versé dans

les combats, ils sembloient croire qu'il n'y avoit qu'eux qui en eussent, et qu'on versoit de l'eau quand on répandoit celui du plébéien. Mais que les rhumatismes des courtisans, les vapeurs des grandes dames, les indigestions des prélats, n'aient pas ému les entrailles de la cour; que leurs maux, comptés alors au nombre des calamités publiques, n'aient pas suscité de somptueux établissemens, provoqué une scrupuleuse recherche des sources, excité le zèle des gens de l'art à effectuer le meilleur aménagement des eaux, c'est assurément ce qui seroit plus difficile à concevoir, si l'on ne savoit que les lieux où les sources sont situées paroissoient tellement effroyables à des ministres de toilette, et à d'anciens généraux de la plaine des Sablons, qu'à peine on s'y croyoit en sureté durant deux mois, contre les lavanges du printemps et les neiges de l'automne, et qu'on auroit ri du faiseur de projets qui auroit proposé des établissemens d'éclat dans ce lieu de passage.

Plus voisins de la nature, les républicains ont d'autres yeux pour la voir, d'autres lumières pour la deviner, d'autres forces pour la soumettre. Ils sauront travailler pour ces braves qui ont affronté, les armes à la main, les neiges des Alpes et des Pyrénées, et qui

ne s'embarrasseront pas plus de l'âpreté de ces vallées, que s'ils avoient encore l'ennemi à y poursuivre.

Établissement provisoire.

Les sources de Baréges, dans leur état actuel, ne fournissent que quatre mille six cent vingt-un pieds-cubes d'eau, par vingt-quatre heures, lesquels, employés d'abord dans sept bains et trois douches, et réemployés de nouveau dans deux piscines de quinze places chacune, ne sauroient fournir qu'au traitement de trois cent cinquante malades. Il sera possible, en recueillant tous les filets d'eau égarés ou négligés, d'obtenir des secours pour une centaine de malades de plus : il sera même possible d'augmenter encore ce nombre, par la conquête de deux nouvelles sources voisines de Baréges ; mais ces améliorations ne sont point encore praticables, parce qu'elles exigent des travaux préparatoires, et la démolition de tous les édifices situés sur l'origine des sources, édifices qu'il est indispensable d'employer actuellement pour placer les malades.

Les bâtiments destinés au logement des militaires, ne contiennent que soixante lits ; le surplus est fourni dans des maisons particulières. Ce dispersement détruit l'unité de l'hô-

pital, rend le service pénible, lent, inexact, et s'oppose à toute espèce de police. On ne peut remédier à ces inconvénients, qu'en transformant provisoirement en un hôpital continu, les maisons qui avoisinent immédiatement les bains. Ce choix est indiqué non-seulement par les convenances de l'ensemble et de la proximité, mais encore par la situation même de Baréges, et la nature des dangers auxquels il est exposé.

La partie de Baréges qui avoisine les bains, est la seule que les accidens naturels aient respectée. Le Bas-Baréges est balayé par une lavange, et coupé par un redoutable ravin. Le milieu est encore plus maltraité; on n'ose y construire que de chétives barraques, dressées au printemps, et enlevées l'automne, pour laisser champ libre à une lavange énorme qui rase les bains dans son développement. Au-delà des bains, c'est le torrent qui attaque le sol; et plus loin, ce sont des masses de rochers, qui pourront servir de base à l'hôpital permanent, mais qui n'offrent aucune ressource pour l'établissement provisoire.

Les maisons sur lesquelles nous jettons les yeux pour cet établissement, devront d'ailleurs être sacrifiées à la perfection des travaux définitifs. Elles sont toutes situées sur l'origine,

les canaux et les siphons souterrains des sources minérales. Nul aménagement des eaux ne peut être entrepris, que leur destruction n'en soit la condition préalable ; puisque c'est sous le sol qu'elles recouvrent qu'il est inévitable de fouiller, lorsque les sources viennent à s'affoiblir ou se perdre, comme cela est arrivé plusieurs fois, et comme cela doit arriver encore, vû l'insuffisance des anciens travaux que l'existence de ces maisons a gênés de toutes les manières.

En acquérant à-la-fois les maisons qui nuisent aux sources, et celles qui subsistent sur les emplacemens propres à la construction des édifices projetés, et en les utilisant toutes sans délai à l'établissement provisoire qu'il est instant de former, on auroit le double avantage d'assurer le service actuel, et de pouvoir disposer de ces emplacemens à l'avenir : c'est aussi dans la vue de saisir ce double rapport de convenance et d'économie, que l'on a déterminé les formes qu'il convenoit de donner aux édifices permanens, avant que d'indiquer et de circonscrire les bâtimens qu'il falloit envelopper dans l'établissement provisoire.

Nous ne bornerons point ces acquisitions aux maisons destinées à former l'hôpital provisoire. Il faut que la république possède les empla-

cemens situés au-dessus des sources. Il faut aussi qu'elle acquière les terreins sur lesquels devront s'étendre les dépendances des édifices projetés, et les fonds qui doivent être employés à des travaux préparatoires.

Aussi-tôt que ces bâtiments et ces fonds auront été acquis pour le compte de la république, on se hâtera d'opérer sur les maisons destinées à former l'hôpital provisoire, en abattant leurs sous-divisions intérieures, et joignant leurs étages respectifs par une suite d'arceaux et de galeries de communication, répartis de telle sorte qu'il en résulte une distribution générale bien entendue. On posera des grilles à toutes les fenêtres ouvertes au pourtour extérieur du rez-de-chaussée, et l'on fermera tous les passages au-dehors, pour qu'il ne reste qu'une seule entrée, et que tout soit disposé de manière à établir le service régulier que prescrit la police des hôpitaux.

On ne négligera point la solidité et une certaine perfection dans ces ouvrages, parce que la construction de l'hôpital permanent exige une suite de travaux, qui ne peut être terminée de quelques années.

Il seroit aisé d'arrêter un plan général de la distribution de cet établissement provisoire, pour en déterminer à l'avance les principales

dispositions; mais il est inutile, et il seroit peut-être impossible, de composer un devis régulier des ouvrages à faire pour en ajuster les distributions, parce que les réparations consistent en menus objets qui, à raison de leur multiplicité, échappent aux effets des calculs et à la prévoyance la plus exercée. En faire un marché par entreprise, seroit folie. Jamais l'adjudicataire ne trouveroit le milieu entre des gains illicites, et une lésion ou des infidélités considérables; et d'ailleurs, ne se persuadera-t-on pas cette vérité; qu'autant les marchés par entreprise éclairent la comptabilité des travaux dont on peut prévoir, décrire et fixer toutes les formes, toutes les dimensions, autant cette méthode est illusoire et fausse pour l'exécution des ouvrages qui sont essentiellement variables et indéterminés?

Les seuls élémens de construction que Baréges présente, sont ces mauvaises barraques, ces granges délabrées qui se trouvent sur le chemin de la lavange. Leur démolition fournira quantité de matériaux qu'on se procureroit difficilement à moins de frais : cette ressource sauvera des délais, et il n'y a point de temps à perdre.

Nous ferions, certes, une mauvaise économie, si ce motif seul avoit déterminé l'achat que

nous proposons du sol même que ces barraques occupent ; mais ce sol deviendra nécessaire pour l'établissement définitif. Le monument thermal y prolongera ses dépendances. Il y trouvera latéralement sa communication avec l'hôpital, et antérieurement ses abords. Cette acquisition, qui sera bientôt indispensable, est faite avec avantage, au moment où les démolitions ont une utilité prochaine.

Du reste, on ne trouve à Baréges et aux environs, aucuns matériaux, aucun ouvrier sédentaire ; il faut tout organiser, tout prévoir, tout préparer. Nous proposerons, à cet égard, nos vues, lorsque nous traiterons de l'organisation des moyens d'exécution.

Travaux préservatoires.

La vallée du Bastan est dans un tel état de déchirement, tant par les efforts de la nature que par les dégradations des hommes, qu'il n'y a aucun établissement que l'on ne dût regarder comme précaire, si l'on ne comptoit trouver dans des travaux bien combinés, une garantie contre les conséquences de la décrépitude des montagnes. On ne peut parler seulement d'établissement provisoire, sans parler en même temps de travaux protecteurs : ils doivent marcher de pair, parce qu'ils doivent,

avant tout, conserver les sources et l'habitation actuelle des malades, et ensuite être prêts à défendre les monumens durables que la nation fondera autour de ces eaux salutaires.

Il faut d'abord préserver les sources elles-mêmes de l'altération qu'elles éprouvent par l'établissement insensé de plusieurs édifices, et de fouilles, d'irrigations que l'ancienne administration a souffertes, qui percent, arrosent et tourmentent le sol sacré d'où ces sources jaillissent.

Il faut ensuite gouverner le torrent qui serre de si près et Baréges et ses eaux, qu'il n'y a pas d'homme instruit qui osât garantir pour dix ans l'existence de tout l'établissement.

Il faut encore s'occuper des moyens de modérer ces lavanges, qui frappent Baréges en deux endroits, et qui ne respecteront pas long-temps les parties qu'elles ont jusqu'à présent épargnées.

Nous allons examiner successivement ces objets de sollicitude, et quelque effrayant que soit l'exposé des dangers qui résultent du torrent et des lavanges, nous avons la consolation de croire que les moyens préservatifs que nous proposerons, sont aussi simples que puissans; et que s'ils n'ont pas été mis plutôt en usage, c'est un nouvel exemple de la coupable insouciance de l'ancien gouvernement.

Conservation des Sources.

Toutes les sources de Baréges, hormis une seule, sont recueillies dans le sol même que couvrent les bains et les maisons environnantes, parmi les débris d'anciennes alluvions du Bastan, où elles sont épanchées à la sortie du rocher.

Ce rocher en est très-voisin lui-même, et le bain dit de la grotte y est puisé. C'est un marbre fond blanc, feuilleté, à couches redressées, dont les bandes se prolongent dans une direction qui coupe la vallée sous un angle très-aigu. Il est fendillé de crevasses, d'où s'échappent les sources chaudes et plusieurs sources froïdes.

Immédiatement au-dessus de l'issue des sources, ce rocher est couvert de maisons, de granges, et sur-tout de prairies. On a observé que l'irrigation périodique de ces prairies, refroidit et altère les sources : cela doit être. La situation presque verticale des bandes du rocher, est tout-à-fait propre à retenir les eaux, et à les conduire le long des feuillets jusqu'au passage des sources.

Il faut donc dessécher ces prés.

L'extension à donner à ce desséchement, n'est point arbitraire. Il y a une source chaude

perdue sous les bâtimens de la boucherie, et qui, se trouvant plus haut que le niveau des sources actuelles, ne résulte point de leur extravasation; elle appartient au rocher qui la domine. Il faut donc que le desséchement s'étende jusqu'aux prés situés au-dessus de cette nouvelle source, qui sera recueillie, et deviendra une des richesses de l'établissement.

Voilà le nécessaire en fait de desséchement; mais des convenances le pousseront plus loin le long du rocher: ces convenances sont celles des établissemens permanens que nous nous proposons de former dans cette partie.

Non-seulement il faut épargner au terrein les irrigations artificielles; mais il faut le garantir contre les pluies et le séjour des neiges: il doit être boisé.

On ne plantera point: cela ameublit le terrein, augmente sa porosité, l'ouvre aux infiltrations. On semera, après avoir seulement effleuré la terre par un léger labour.

Les avantages d'un semis sont nombreux.

1°. Le succès de la végétation est plus assuré; 2°. la multiplication des racines absorbe plus promptement et plus continuement l'humidité propre du sol, et celle dont les pluies l'imbibent; 3°. on entre plus complétement et plutôt en jouissance des avantages qu'on attend; 4°. l'économie est considérable.

D'ailleurs, c'est un bosquet ; et non un bois, qu'il faut en ce lieu. Les arbres élevés iroient contre le but qu'on se propose. Ils tiendroient le sol dans un état continuel d'humidité, dû à l'épaisseur de l'ombrage, à la profondeur où pénètrent les racines, et aux vides que laissent celles qui pourrissent. Enfin, c'est un taillis et non un bois qui est propre à entretenir la salubrité de l'air. Celui qui échappe à une sombre forêt est croupissant et mal-sain. Les végétaux ne fournissent abondamment de l'air vital que lorsque la lumière pénètre leurs organes excrétoires.

Le hêtre qui forme le bois de Baréges, rempliroit fort bien notre objet, en ne le laissant point élever. Mais pourquoi ne semeroit-on pas là un autre arbre qui grandit fort peu, et qui présenteroit d'autres avantages ; le citise des Alpes, ou faux ébénier ? il croît très-promptement ; il buissonne ; on peut le mettre en coupe à des époques très-rapprochées. Nous ajoutons à ces motifs de préférence, les suivans :

Le bois en est fort utile en fagots ; rien n'est plus digne de considération pour l'hôpital, dans un pays froid et dénué de combustibles.

Il est très-propre à faire des brancards de chaise, et cet usage est encore recommandable

dans un lieu où l'on secoue les malheureux blessés sur des bâtons de hêtre ou de chêne.

Son feuillage recueilli l'automne, peut fournir un excellent fourrage d'hyver. Une bonne administration vivifie tout, et le bien public devient le bien particulier.

Et pourquoi n'oserions-nous pas ajouter qu'au commencement de l'été, la floraison de ce petit arbre seroit superbe ? Les fleurs sont-elles sans prix autour d'un monument consacré à l'humanité souffrante ? O ! que les orientaux sont plus habiles que nous, dans l'art salutaire de charmer les sens du malade ! Et que gagne notre triste médecine a n'avoir ni fleurs, ni musique, ni parfums ! Il faut une promenade, un jardin au nouvel hôpital : le voilà trouvé. *Si nous* avons ce bosquet à planter, nous le voulons orner de tout ce que la nature tolère ici de végétaux agréables. Il faut que l'on apporte de la montagne les viornes, le sorbier des oiseaux, ces chevre-feuilles si variés, le rosier des Alpes, sans épines, comme la vertu...... Il faut que le défenseur de la patrie la reconnoisse par-tout à ses tendres soins, et repose ses membres endoloris sous des ombrages plus rians que ceux où nos oppresseurs alloient se délasser du soin de faire la misère du peuple.

Le

Le citise ne se trouve plus dans les Pyrénées où il croissoit probablement comme dans les Alpes. Les dégradations énormes que les habitans ont commises dans leurs forêts ont détruit des espèces entières ; et celle-ci prête d'autant plus à la destruction, que le bétail en broute avidement les jeunes pousses ; mais l'expérience prouve qu'il réussit très-bien dans ce pays, et il est aisé de s'en procurer des graines de nos départemens des Alpes.

Cours du torrent de Bastan.

Quand il s'agit de contenir le débordement d'une rivière qui coule en plaine, la fixation de son lit, une digue, quelques fascines remplissent l'objet. La nature lutte lentement contre ces travaux : en voilà pour des siècles. On a transporté cette pratique dans les montagnes, et l'on n'a rien fait. Il faut en reconnoître les causes, et déduire d'une sage théorie ces moyens qui triomphent d'une nature tout autrement agissante dans les hautes montagnes, et qui deçoit sans cesse les étroites combinaisons d'une hydraulique vulgaire.

La nature a son plan sur l'organisation des montagnes, elle en poursuit l'exécution avec une imperturbable activité ; elle veut que les montagnes s'abaissent, et que les vallées se

rehaussent. Le but est fort simple : c'est l'oblitération des formes âpres d'une terre imparfaitement ébauchée. Le moyen est tout aussi simple : elle comble les vallées, des débris des montagnes ; les éboulemens les fournissent, les lavanges les accélèrent, les torrens les nivellent.

Elle travaille ainsi dans la vallée du Bastan, et elle y déploie des forces prodigieuses, comme la masse des matériaux qu'elle arrange.

Le lit du Bastan se rehausse donc rapidement, et ses débordemens qui sont une conséquence de ce rehaussement, le renvoient tour-à-tour de la partie de la vallée qu'il a encombrée, à celle où l'ouvrage est resté en arrière. C'est ainsi qu'il a visité plus d'une fois le sol que Baréges occupe. La tradition indique sous la place du Haut-Baréges, une énorme pierre, nommée pierre de Sainte-Marie, qui a été jadis à fleur de terre, et qui est actuellement recouverte d'un épais dépôt des alluvions du torrent. On s'est assuré de l'existence de cet énorme bloc : la tradition n'a pas trompé.

Les eaux minérales ne sont enfoncées sous terre que par ce rehaussement progressif du niveau, et l'on ne prévoit que trop dans l'avenir l'époque où elles seront ensevelies sous les grêves du Bastan.

Cet événement est inévitable ; mais il faut

une longue suite de siècles pour l'amener, si l'homme use du pouvoir que la nature lui a délégué, pour ralentir et suspendre à volonté la rapidité de sa marche.

C'est donc le rehaussement du lit du gave que nous avons à combattre par tous les moyens possibles.

La cause occasionnelle du rehaussement du lit des torrens est dans les débris qu'ils charrient. La cause déterminante est dans les obstacles qui s'opposent au déblayement.

Le Bastan reçoit peu de débris des gaves de Lientz et d'Escoubous qui s'y précipitent au-dessus de Baréges. Ces deux torrens, nés dans la région de granit, en roulent des fragmens considérables ; mais ils rencontrent le niveau dans leurs vallées respectives, long-temps avant de joindre le Bastan, et dans les crues, même les plus fortes, ils laissent ces blocs derrière eux et ne charrient plus rien à leur embouchure.

C'est des bases du Tourmalet et du pic du Midi que le Bastan tire presque tout ce qu'il transporte. Il y a là d'immenses éboulemens dont les terres mobiles sont remplies de quartiers de rochers ; il lave ces terres et emporte les pierres qu'elles recèlent ; il trouve ensuite les rapides ravins qui sillonnent les pentes de Pietz, de Transarréou, de Sourisse et de Midau.

Ceux-ci lui portent un effroyable tribut de ruines. Cette cause de ravage n'est pas entièrement inattaquable ; mais il faut un tems très-long pour la combattre avec avantage. Les moyens cependant ne sont pas dispendieux, et demandent plus de constance que d'efforts. Ils sont les mêmes que ceux que nous indiquerons pour modérer les lavanges qui désolent Baréges.

Nous avons dit que la cause déterminante du rehaussement des torrens est dans les *obstacles* qui s'opposent au déblayement des débris. Ces obstacles sont de deux sortes : les premiers naissent de la diminution de pente, ou de l'élargissement du lit ; dans ce cas, il faut le resserrer autant que le comporte le volume des eaux à l'époque des crues. Une digue projetée à peu de distance au-dessus de Baréges, et le redressement d'une partie du cours du Bastan rempliront parfaitement cet objet, en donnant de la chasse aux eaux, et l'exécution de ce projet défendra le Haut-Baréges des assauts que le torrent lui livre. Il est seulement à observer que la déviation et les usurpations du torrent ont ici une cause toujours agissante dans les atterrissemens du ravin qui se trouve vis-à-vis la passerelle de Haut. Le seul moyen de détruire cette cause est de déterminer l'eau qui en découle à joindre le Bastan sous un angle plus aigu. On

lui tracera, autant que le terrein le permet, une route plus oblique à travers les prés, dont l'acquisition est proposée dans cette vue.

Les atterrissemens de cette espèce forment la seconde sorte d'obstacles qui s'opposent au prompt écoulement des eaux, et il faut la poursuivre sur-tout au-dessous de Baréges où il y en a une très-puissante. Tant qu'elle agira, elle hâtera le rehaussement du lit du Bastan, le long de Baréges, déterminera les inondations qui menacent continuellement ce lieu par le haut, et provoquera la destruction des digues qui y seront construites.

Nous parlons d'un ravin qui descend du pic d'Eyré à travers la forêt, et coupe le cours du Bastan à quelques cents pas au-dessous de Baréges. Ce ravin est énorme ; mais durant l'été, son produit se réduit à un ruisseau imperceptible. C'est ce qu'on nomme le Rioulet.

A l'époque de la fonte des neiges et des pluies solsticiales, il en descend tout-à-coup une lave de boue et de pierres qui rompt le chemin, coupe les communications, et jete dans le Bastan des bancs de débris qui le détournent, le ralentissent, servent de point d'appui aux pierres qu'il charrie, et détermine l'exhaussement de son lit.

On a visité ce ravin dont les voisins attendent

patiemment les irruptions, comme des décrets de la providence, et l'on a reconnu qu'il étoit facile d'en prévenir le retour.

En effet, voici comme il agit. Le ruisseau court au fond d'une tranchée, creusée dans les anciens éboulemens de la montagne. Durant les pluies, les escarpemens se détrempent, et il tombe de grandes masses de terrein dans le cours du ruisseau. Comme il a peu de force, il en est intercepté; mais il s'élève contre ces digues naturelles, achève d'en détremper la matière qui enfin s'écoule et entraîne des blocs de rochers dont quelques-uns ont jusqu'à sept et huit cents pieds cubes de volume. De l'eau claire, avec la même pente, ne réussiroit pas à mouvoir de pareilles masses; mais les corps perdant d'autant plus de leur poids, qu'ils sont plongés dans un fluide plus dense, cette lave de boue transporte des rochers dont on ne pourroit concevoir le déplacement, si l'on n'en connoissoit le mode.

De cette observation, il résulte qu'un petit nombre d'hommes intelligens, préposés à veiller le Rioulet, dans la saison des crues, en préviendroit presque tous les effets, en saignant à propos les digues accidentelles qui en interceptent momentanément le cours. Il y auroit encore quelques opérations préliminaires à faire au-dessus du ravin, pour écarter et disperser les

eaux des neiges supérieures qui en détrempent les parois. La partie du pic d'Eyré où ce ravin prend naissance, est très-peu inclinée, et n'opposeroit aucun obstacle à ces soins si faciles. Or, outre l'avantage éloigné de délivrer le Bastan de ce surcroît de matières à charrier, on trouveroit l'avantage prochain de préserver d'interruption le chemin de Baréges, au moment où les blessés y arrivent en nombre. Les éboulemens latéraux du ravin demeurant ainsi dans son sein, en diminueroient peu-à-peu la profondeur, et fourniroient une base à d'autres travaux qui achéveroient d'en supprimer les irruptions.

Au-dessous de ce ravin, il y en a plusieurs autres, mais ils sont peu dangereux. Ceux de Pontis et de Louro, vus de leur propre sommet, présentent le singulier spectacle de deux gorges considérables, qui se resserrent à leur embouchure en un pertuis imperceptible, d'où suinte à peine un filet d'eau. Il faut les maintenir en cet état par des plantations convenables. On ne manque pas de végétaux propres à lier des terres mobiles, et fixer des éboulemens encore médiocres. Cette pratique est vulgaire en Hollande.

Au-dessus du Rioulet, il y a deux ravins qui tombent perpendiculairement sur Baréges. L'un

s'ouvre dans la partie inférieure de ce lieu, et porte le nom de Barrancou de Millet; l'autre débouche immédiatement au-dessous des bains; les habitans l'appellent Barrancou de Mouré. Il est évident que c'est à ce dernier qu'il faut attribuer l'éboulement de debris qui forme cette partie du sol de Baréges, et qui a contribué à engraver ses eaux minérales. Ces deux ravins ne sont point innocens; mais leurs irruptions sont rares. Le bois qui les couvre, disperse actuellement les eaux et affermit les terres. La seule précaution qu'ils exigent en ce moment, est l'élargissement des canaux souterrains qu'on a pratiqués pour l'écoulement des eaux dans le gave.

Mais entre le Rioulet et Pontis, le lit du gave s'élargit et devient vague. Son cours, en prenant de l'étendue, perd de la vitesse. Les pierres qu'il roule, s'arrêtent ici en partie, et déterminent de proche en proche le réhaussement qu'il s'agit de combattre. Dans cette extravasation, on n'a vu jusqu'ici que les risques que couroient le chemin et quelques prairies qui le bordent, et l'on a fait une mauvaise digue que le torrent traite comme elle le mérite. Il faut la soutenir en comblant ses derrières aux dépens de ces prairies qui ne sont

réellement qu'une proie offerte au torrent et qui l'attirent de plus en plus par la dépression relative de leur niveau.

Cela peut se faire sans un travail énorme. Dans des contrées pareilles, les montagnards savent tout ce qu'il faut pour des opérations de cette espèce. On les voit combler habilement ces dangereux intervales qui offrent au torrent un nouveau lit, lorsque, dans ses caprices, il a engorgé tour-à-tour, ceux qu'il a parcouru. On les voit préparer l'espace qu'il menace, y rouler de grosses pierres, y former de trompeuses digues, des estacades destinées à être emportées, multiplier les petits obstacles qui amusent le torrent, attentifs à n'en point créer qui l'irritent; puis dans la saison des crues, le laisser entrer dans cette aire où il tendoit à se précipiter....... là il tournoye, s'embarrasse, dépose le gravier, les pierres, le sable dont il est chargé, et abusé dans son effort, il travaille lui-même contre lui, et se ferme le passage qu'il s'étoit ouvert.

Des Lavanges.

Les plans proposés ont été combinés d'aprés la connoissance du cours ordinaire des lavanges. Celles qui battent le Bas-Baréges en ont éloigné

sans retour toutes les constructions projetées, et s'il étoit possible de compter sur la constance de ces redoutables phénomènes, les établissemens réfugiés dans le petit asyle qui a été jusqu'à présent inviolable, pourroient être abandonnés à leur propre solidité.

Mais les lavanges n'ont pas un cours régulier; et si l'on ne veut faire de fâcheux mécomptes dans un établissement durable, il faut allouer une assez grande latitude à leurs extensions possibles. Il suffit, pour tout changer, du vent qui soufflera en hiver, tandis que la neige tombe, et qui chargera un des couloirs plus que l'autre.

Ce n'est pas tout. Indépendamment de ces variations accidentelles, les lavanges deviennent annuellement croissantes, à raison de la dégradation successive des pentes d'où elles découlent. Leur épanouissement sur Baréges étant déterminé par l'ouverture du ravin qui les vomit, chacune prépare à celle qui la suit une plus large embouchure. Nous ne craignons point d'affirmer que, sous peu d'années, la lavange du milieu remontera jusqu'aux bains, si l'on ne se hâte d'y porter remède. Leur sauvegarde n'est plus qu'une crête coupée à pic; encore préservée par un gros bloc de granit, dont la chûte sera suivie de la ruine de l'escar-

pement ; et cet escarpement cessant de s'opposer à la divergence de la lavange, rien n'empêchera qu'elle n'atteigne les bains.

Que conclure de ces considérations ? On ne peut ni transporter les sources, ni choisir d'autres emplacemens pour les édifices projetés. Il faut donc detruire, au moins en partie, la cause des lavanges.

Voici comment se forment les lavanges de Baréges.

D'immenses entonnoirs façonnés dans les pentes escarpées des montagnes supérieures, aboutissent aux ravins qui s'ouvrent sur Baréges. Les premières neiges de l'hiver s'attachent aux parois de ces entonnoirs. Elles sont rarement redoutables, parce qu'elles adhèrent aux rochers. Cependant, si la gelée est forte et continue, elles n'acquièrent point de consistance ; un coup de vent peut les déplacer, et elles forment alors des lavanges-poussières très-funestes, il est vrai, aux hommes qu'elles surprennent, mais dénuées de force projectile, et innocentes pour les édifices. Ordinairement il n'en est pas ainsi. Les neiges contractent de l'adhérence et de la solidité par la succession des dégels et des gelées ; mais en même temps, elles se vernissent de glace à leur superficie ; les neiges du milieu de l'hiver se déposent sur les anciennes, sans s'y attacher,

et quand même elles s'y unissent, le poids devient énorme. Un vent léger, une commotion quelconque, un bruit un peu fort, le son même de la voix suffit pour détacher ces masses devenues cohérentes et solides. Elles s'échappent sur ces plans inclinés, et une fois lancées elles entraînent, avec les anciennes neiges, la terre, les pierres, les rochers, et débouchent sur Baréges avec une telle furie, qu'elles remontent même sur les pentes opposées.

Moyens de fixer les lavanges.

Il est impossible d'opposer à une lavange en mouvement un obstacle qu'elle n'entraîne, et qui n'ajoute ses débris à ceux dont elle est déja chargée; mais il est possible de l'arrêter au point de départ. On en a la preuve vivante dans le bois de Baréges qui est factice, que l'on a créé à cet effet, et qui a triomphé des redoutables lavanges du pic d'Eyré.

Il faut donc des bois sur les hauteurs opposées, et il faut commencer tout de suite à les former; car il falloit commencer l'année dernière..... il y a dix ans..... il y a vingt ans..

Autrefois la nature y avoit pourvu. Toutes les montagnes qui dominent Baréges, étoient revêtues de bois de chêne jusques vis-à-vis la vallée

d'Escoubous. Des hommes actuellement vivans en ont vu les restes, et les ont achevés.

On a voulu rétablir ces bois au voisinage de Baréges, et il y a une trentaine d'années qu'on y a semé du gland. On n'avoit pas pris le travail assez haut. Les lavanges déjà en mouvement auroient probablement entraîné une partie de ce bois. Les habitans du plateau ne les ont point attendues; ils ont tout ravagé eux-mêmes, parce que ces pentes étant les premières découvertes par leur exposition et par la chûte des lavanges, ils y ont de bonne heure un pâturage pour leurs moutons, et que le jour où ils les y conduisent, ils oublient que pendant tout l'hiver ils ont frémi dans leurs habitations de la peur d'être emportés avec elles par ces neiges dont ils provoquent obstinément la chûte. Aussi s'environnent-ils d'arbres; mais ces arbres ne peuvent rien devant une lavange formée. Ce qu'il leur faut dans leur situation, ce sont des forts, des bastions en pierressèches par étages, de hauteur en hauteur, pour couper le courant de la neige; mais ce genre de construction, bien familier dans les Alpes, est encore inconnu dans les Pyrénées.

On reprendroit donc les semis le plutôt possible, et il faut non-seulement les étendre sur les versans de la lavange du milieu, mais encore sur ceux du ravin qui s'ouvre en face de la marbrière;

car bien que ce ravin soit communément sans lavanges, il est possible qu'en continuant à se dégrader, il finisse par en vomir à son tour contre le seul emplacement que puisse occuper le nouvel hôpital.

Les terreins à boiser sont la plupart communaux. Cette circonstance prête à plusieurs combinaisons administratives, d'où résulteroit aumoins l'approvisionnement futur de l'hôpital en combustibles, et même un excédent considerable pour la consommation de la vallée; car en parlant de bois, nous n'entendons pas parler de ces forêts sacrées qu'on laisse périr, à force de les respecter.

On semeroit en chêne ou en hêtre toute la partie inférieure. Le chêne sur-tout montre tant de simpathie pour ce lieu, qu'il y repousse encore après trente ans d'efforts pour l'extirper. On jouira de la sureté, dès que le semis aura sept ou huit pieds de haut. Cette élévation suffit pour lier les secondes neiges aux premières, et les unes et les autres au terrein. Au-dessus du chêne et du hêtre, on semeroit du pin. Il s'attache mieux aux rochers que le sapin, et les semis de cet arbre conviennent à une hauteur de neuf cents ou mille toises au-dessus du niveau de la mer, sur un terrein dénué de profondeur. Il lève touffu comme du bled : c'est une excellente brosse pour retenir les neiges sur ces pentes précipiteuses.

Le pin rouge, le pin de Riga croît dans les Hautes-Pyrénées ; mais il est presque détruit dans le canton de Baréges. On auroit les semences de la vallée d'Aure ou de celle de Cauterès.

Cette dernière vallée recèle un pin encore plus recommandable par son élévation, et qui y étoit inconnu, comme il l'est dans le continent de la France, savoir le Laricio de Corse. Il faut le propager. Dans des situations favorables, il est capable de s'élever à cent quatre-vingt pieds. Tous ces pins sont excellens pour une multitude de constructions ; admirables sur-tout dans le sable et dans l'eau. Quand on posséde ces arbres à portée d'un torrent, on ne le craint plus. C'est avec du bois, plutôt qu'avec des pierres, que l'on contient ces terribles voisins. On a triomphé de l'eau noire, torrent dévastateur du Bas-Valais, non avec des digues, mais avec des planches : c'est une rivière dans une boëte.

Un arbre plus essentiel encore, et qui semble créé pour ces pentes, c'est le mélèze, si commun dans les Alpes. Il seroit à desirer qu'on en semât le long des ravins. Cet arbre fournit la thérébentine, et les charpentes qu'on en fait sont incombustibles.

L'extrême pénurie du bois à Baréges rendroit la régénération des forêts nécessaire, ne fût-ce que pour fournir à la consommation de l'hôpital

et aux diverses constructions que les circonstances indiqueroient. Cette pénurie fait aussi comprendre avec quelle sévérité ces naissantes forêts doivent être gardées ; mais en parlant de sévérité, n'oublions pas qu'il y a peu de loix à prescrire au besoin. Quel est celui qui auroit le courage de défendre un buisson contre une famille qui meurt de froid ?.... En peu de tems, ces forêts elles-mêmes viendront au secours des habitans de ces montagnes. Les forêts doivent être respectées, mais non jusqu'à la superstition ; et nous ne savons pas pourquoi le bois conservateur de Baréges n'est pas soumis lui-même à des coupes en jardinant, qui seroient utiles à sa reproduction, qui satisferoient aux besoins de l'hôpital actuel, peut-être même à quelques-uns de ceux des habitans, ce qui donneroit d'autant plus de droit à être sévère contre des abatis clandestins, d'où résultent d'énormes dégâts pour de petits profits. Quand on voit tout ce que ce bois souffre sans périr, quoiqu'on ne prenne pas le moindre soin pour repeupler les parties qui s'éclaircissent, on est bien convaincu que des coupes par souches, accompagnées d'attentions pour la reproduction, le rendroient capable de fournir annuellement beaucoup de combustible, sans porter la moindre atteinte à la garantie qu'il fournit contre les lavanges.

Ce

Ce bois doit donc être soumis à un meilleur régime. Il est nécessaire de l'étendre vers l'orient, et de le prolonger jusqu'à la digue supérieure, dite de la Magdelaine, tant pour concourir avec elle à mettre Baréges à l'abri de l'écroulement des pierres, que pour disperser les eaux qui finiroient par sillonner les pentes de dangereux ravins. Il est encore plus indispensable de s'occuper de la reproduction de la lisière de sapins, qui est la sauvegarde du bois, contre les insultes du pic d'Eyré : c'est là sur-tout que les dégradations s'accroissent, et qu'elles finiront par livrer le bois lui-même à la destruction subite dont le menacent les éboulemens et les lavanges de la montagne dont il est dominé. Ce n'est pas sans douleur que nous avons vu cette partie tellement négligée, que pour faire de misérables bâtons hérissés de pointes, les militaires coupent annuellement un ou deux milliers de jeunes sapins, choisis dans les plus droits et les plus vigoureux, et dont les souches ne produisent plus, après ces mutilations, que des buissons inutiles. Que l'on plante, que l'on seme, et sur-tout que l'on conserve ! et ensuite il sera possible de marquer annuellement dans ce bois des arbres à couper pour le service public. Ces coupes faites avec intelligence, dégageront les jeunes sujets, après les avoir protégés, et bien loin

d'affoiblir la résistance de la forêt, elles augmenteront sa vigueur, en augmentant ses produits.

Mais en même temps que l'on plante, nous voudrions que l'on apprît aux habitans à planter; c'est le vrai moyen de leur ôter le besoin et le desir d'attenter aux forêts tutelaires. Il faudroit que de bons réglemens, dont il seroit fort aisé de proposer les bases, les déterminassent à élever, chacun autour de ses granges, un nombre d'arbres, fixé par celui de ses têtes de bétail.... Ces détails, sans doute, ne concernent point les agens du comité de salut public, aux termes de leur délégation; mais pour de bons citoyens, ce n'est pas assez du bien *qu'ils* sont obligés de faire, ils sont tenus de tout celui qu'ils peuvent occasionner. Il s'agit de la prospérité d'une contrée où le gouvernement vient de jetter les yeux; il s'agit de régénérer ces montagnes dont la nudité accélère le déchirement, et de conserver à l'industrie pastorale, des vallées nombreuses et fécondes, d'où les éboulemens, les lavanges, les torrens conjurés avec la privation du bois, vont bientôt repousser les troupeaux et les bergers. Rappellons, s'il se peut, sur ces pentes dévastées, les forêts qui les ont long-temps préservées, et cette révolution physique sera, pour les rochers des

Pyrénées, l'image de la révolution politique qui a régénéré la France.

Établissemens permanens.

Il ne convient point à une nation libre et puissante de borner à des établissemens passagers les monumens de sa reconnoissance pour les défenseurs de la liberté ; et tandis qu'elle inscrit ses droits dans un pacte social, aussi durable que le peuple qui le contracte, il lui sied de consacrer ses devoirs par des édifices aussi solides que la terre qui les porte.

Tirons donc l'établissement thermal de Baréges de la fange où il est enseveli ; et qu'en abordant ces lieux si reculés, si sauvages, nos enfans reconnoissent, dans les œuvres de leurs pères, la main qui les a tirés de l'esclavage.

Il a fallu compter avec une nature rebelle, avant d'oser proposer des monumens durables, dans des lieux où les formes changent sans cesse; où des montagnes énormes semblent elles-mêmes ne l'être point. Après un mûr examen, le sol disponible de Baréges s'est trouvé réduit à quelques cents toises carrées. Le Bas-Baréges lutte avec perte contre les ravins et les lavanges ; le centre de ce lieu n'offre aucune base de construction, et l'on n'y souffrira pas plus long-temps ces édifices indiscrétement

tolérés sur l'origine même des sources qu'ils soustrayent à toute surveillance et à toute amélioration. Pour établir donc l'hôpital permanent, il falloit sortir de ces lieux, ou dangereux, ou non convenables ; il ne pouvoit se développer dans son étendue qu'au delà de toutes ces embuscades de ravins, de torrens, de lavanges, qui ne laissent pas mesurer cinquante toises entre elles ; et le monument thermal avoit sa place prédestinée dans l'intervalle presque imperceptible qui sépare le cours des lavanges de celui des sources minérales.

Dans la situation que nous lui avons assignée, ce monument se présentera sous un aspect heureux, en face de la route ; *nous trouverons* l'effet qu'il doit produire, non dans de vains ornemens étrangers à son emploi et indignes de la sévérité républicaine, mais dans l'harmonie qui résulte d'une structure bien appropriée à son usage, dans un élégant développement de son pourtour, dans une sage et commode distribution des eaux. Point de moulures dans le décore : des corps ronds et carrés, riches par les rapports, frappans par les oppositions ; car en architecture, comme dans tous les arts, le beau est dans les proportions, les concordances et ce repos de l'ensemble que ne troublent point les mouvemens ambitieux des détails.

Il est impossible de ne pas empiéter un peu sur le terrain que frisent les bords de la lavange dans les années les plus malheureuses ; mais le monument thermal ne la craindra point, parce qu'il n'offre qu'une très-petite portion de son étendue à ce bord de lavange qui a peu de force ; parce que, d'ailleurs, ce monument étant presque entièrement enfoncé sous terre, sa saillie au-dessus du sol sera elle-même préservée par les neiges existantes au moment du passage de la lavange ; nous le défendrons en outre, au moyen d'un de ces forts dont nous avons fait mention plus haut ; enfin si les semis de forêts sont exécutés promptement, il n'y aura plus de ces extensions de lavanges qui même actuellement sont des phénomènes assez rares pour ne s'être pas représentés depuis plusieurs années.

Les motifs pour placer ce monument un peu au-dessous des bains sont puissans :

1°. Si on avoit voulu employer le local même de ces anciens bains, la construction en auroit pour long-temps suspendu l'usage.

2°. Les sources sont tellement enfoncées sous terre, que pour placer les douches à une hauteur convenable, lors de la construction des anciens bains, on a forcé les eaux à faire siphon, en remontant de neuf pieds sur elles-mêmes, opération extravagante que le succès même ne sau-

roit justifier, qui pouvoit faire extravaser les sources et les perdre sans retour, que l'on doit suspecter d'en avoir diminué le volume, et qui, tôt ou tard, peut avoir de tels inconvéniens, qu'il faudra renoncer tout-à-coup à une grande partie de cette hauteur factice. Or, en nous plaçant au-dessous de ces anciens bains, nous avons de quoi perdre sur l'élévation des eaux, au cas qu'il fallût la réduire.

3o. Les constructions des anciens bains s'opposent à la meilleure partie des travaux qu'il faudra faire pour recueillir plus fructueusement les sources.

Quant à l'hôpital permanent, le local qui lui est assigné à la sortie de Baréges vers le haut, est âpre ; mais il est sûr : le ravin qui se trouve à l'opposite, ne verse point de lavanges, et les plantations qui le cerneront s'opposeront aux dégradations ultérieures. Le Bastan ne peut rien contre les rochers qui lui serviront de base, et si, à la première vue, il y a quelque chose d'effrayant dans la masse de ces rochers qu'il faudra ouvrir pour lui faire place, il est à considérer d'abord que des feuillets verticaux d'un marbre fissile n'opposent qu'une foible résistance au travail des escarpeurs ; et ensuite que nous n'en raserons que la crête, tant pour

épargner l'ouvrage que pour d'autres motifs qui seront discutés dans l'article suivant.

Il n'est point inutile d'observer en outre que la masse de rochers à escarper fournira tous les matériaux de construction, qui sont nécessaires pour tous les établissemens projetés ; en sorte que les frais de ce travail sont compensés, avec bénéfice, par ceux qu'occasionneroient l'extraction et le transport des pierres qu'il faudroit chercher ailleurs.

Entre l'hôpital et le monument thermal, le terrain déblayé offrira une vaste esplanade qui aura ses usages civiques et militaires, et la continuation du rocher sur lequel l'hôpital sera fondé, présente presque sans travail, une large communication entre lui et les bains.

La nécessité de démolir les maisons qui nuisent aux sources, est démontrée. Les démolitions devront être exécutées aussi-tôt que la construction de l'hôpital permanent permettra d'y transporter le service auquel ces maisons auront été provisoirement utilisées.

Cours souterrain des sources.

Après avoir considéré la situation de l'hôpital, eu égard à sa sureté et à ses convenances, nous devons considérer cette même situation relativement à la sureté des sources minérales ; car

elles sortent du marbre même, dont les roches que nous allons escarper font partie. Or, la route souterraine de ces sources est inconnue, et dans le nombre des cas possibles, il y a celui où elles côtoyeroient les rochers de la marbrière. Ce cas est d'autant moins à rejeter du calcul des probabilités que les couches sont ici verticales et presque parallèles à la direction de la vallée, et que la marbrière se trouve, au-dessus de Baréges, dans cette direction.

L'ancienne administration n'avoit pas tant de scrupule. On laissoit vendre, sans examen, des portions de cette marbrière pour en tirer des matériaux de construction. On l'escarpoit de tous côtés, et jusqu'au-dessus des bains pour y placer des maisons. Il y en a deux dans *le lieu* même où nous proposons de construire l'hôpital, et pour les bâtir, on a taillé le rocher à trente-six pieds de profondeur. Personne n'y a songé. Il semble que l'on crût que les sources minérales vinssent tout droit du centre de la terre, et qu'il n'y eût rien à craindre, tant qu'on ne creuseroit pas dans la direction des antipodes.

Le succès qui a justifié ces imprudences a eu pour nous l'autorité d'une expérience faite; mais comme nos travaux devoient emporter une plus forte portion du rocher que l'on avoit entamé, nous avons dû jeter sur cette opération, toute

la lumière dont elle est susceptible, et nous allons présenter le résultat de nos recherches.

Nous avons dit que les sources minérales de Barèges, sortent originairement du marbre dont les bandes bordent ici la vallée. On l'a observé en recueillant la source de la Grotte. Elles découlent des fissures verticales de ce marbre. Qu'est-ce que ces fissures? sont-elles les interstices naturels que l'extrémité ou la section des couches présentent; ou sont-elles au contraire des crévasses accidentelles et transversales? Il seroit plus essentiel qu'on ne le croiroit d'abord de déterminer ce fait avec exactitude; mais cela est impossible dans l'état actuel des choses.

Nous disons que cela est essentiel, parce que dans le dernier cas, on auroit plutôt à présumer que les sources arrivent à Baréges du cœur de la montagne; au lieu que dans le premier cas, on pourroit soupçonner que les bandes mêmes du marbre sont conductrices des sources qui couleroient peut-être assez près de l'escarpement naturel de la marbrière, pour qu'il y eût des ménagemens à garder dans les déblais projetés; non que l'on rencontrât les sources elles-mêmes, car il est apparent qu'elles seroient au-dessous de nos travaux; mais on risqueroit de les éventer et de perdre ainsi tout-à-coup, et au moins, la hauteur à laquelle on les a fait monter.

Cette dernière hypothèse est subordonnée elle-même à un doute que leveroit la vue des issues souterraines des sources. Si, comme on pourra l'induire de ce que nous dirons plus bas, la direction générale des rochers ne permet pas de croire qu'elles sortent du centre de la montagne, viennent-elles de sa partie orientale ou de sa partie occidentale? L'un et l'autre peut avoir lieu.

Il faut suppléer par d'autres observations à celles qui ne peuvent être faites.

On croyoit autrefois que les eaux thermales étoient préparées au sein des montagnes, dans de vastes chaudières que chauffoient certains brâsiers souterrains, dont on ne s'inquiétoit plus, une fois qu'on avoit supposé une *suffisante provision* de souffre pour les entretenir. De la chaudière partoient des tuyaux dans toutes les directions que l'on jugeoit à propos d'imaginer. La structure de la montagne ne faisoit rien à l'affaire; car on la considéroit comme une masse informe; et rien par conséquent ne gênant les suppositions, les eaux des bains de Sauveur étoient un robinet du réservoir de Cauterès, parce qu'elles sont à l'opposite; Baréges puisoit fort bien à la même chaudière, vu qu'il n'est qu'à quelques lieues; et il n'a pas manqué d'esprits décidés à voir en grand, qui ont été

puiser toutes les eaux thermales des Pyrénées dans le même réservoir, car on ne s'amusoit pas alors à tenir compte des niveaux.

La nouvelle chimie et la lithologie moderne ont relégué au pays des fables cette hydraulique de collège, et toute cette cuisine de gnomes.

La chimie a démontré qu'il suffit que des filets d'eau passent par des veines de rochers ferrugineux, alumineux, pyriteux, etc., pour que la décomposition mutuelle de ces matières et de l'eau, communique à celle-ci un haut degré de chaleur, et l'imprègne de gaz aëriforme; en sorte que le lieu où les sources ont le moins de chaleur, peut fort bien être le réservoir d'où elles partent.

Il s'agit donc premièrement de trouver quelles sont dans les Pyrénées les roches qui jouent ce rôle, et ensuite, si les découvertes récemment faites sur la structure régulière des montagnes primitives ne sont pas illusoires, il ne sera pas difficile d'assigner à ces roches le rang et la place qu'elles occuppent dans celles dont Baréges est environné.

Or, un grand nombre d'observations faites sur les lieux démontrent que, dans cette partie des Pyrénées, la génération des eaux thermales hépathiques est due à certaines roches dont la pierre de corne fait communément la base, et

qui sont fréquemment teintes en verd, tant par l'état du fer qu'elles contiennent, que par un mêlange de stéatite. Dans ces roches, on rencontre en outre des nœuds et des veines ludiformes de quartz blanc opaque, des nids de la terre verte, matrice des cristaux; des ondes et des lames de terre calcaire souvent rougeâtre et un peu bitumineuse, du mica et de petites pyrites ferrugineuses.

La composition hétérogène de ces roches y laisse beaucoup de vide; elles sont très-caverneuses et très-perméables à l'eau; elles ont en outre toutes les conditions requises pour en décomposer une partie et communiquer à la source des sels et du gaz hydrogène sulfuré, accompagné de chaleur.

Ces roches une fois reconnues, il n'a pas été difficile de trouver la situation qu'elles affectent dans l'ordre de celles qui constituent les montagnes du canton de Baréges.

Elles sont placées dans les lieux où s'opère la transition du genre calcaire au genre argilleux, et de celui-ci au genre siliceux. Dans la première position, elles abondent en matières calcaires; dans la seconde, elles en sont moins mêlangées, et la pierre de corne y est plus ordinairement bleu d'ardoise, que verte. Dans toutes deux, elles sont en masses, figurées

seulement par les bandes régulières qui les encadrent, et dont elles fléchissent souvent la direction, en les écartant. Ce sont de vrais filons placés aux lieux où les divers genres de roches primitives s'approchent, se touchent, se confondent; et c'est à l'égard de la source minérale, une sorte de gangue formée du mêlange des matières pierreuses qu'elle sépare, aussi facile à retrouver par sa situation, que facile à reconnoître par sa composition.

En transportant ces observations sur le pic d'Eyré, d'où sortent les eaux de Baréges, il est aisé de retrouver ces roches, tant du côté du vallon de Lart, que du côté du vallon de Lientz. A laquelle des deux faces du pic appartiennent donc les sources minérales? C'est ce que nous allons déterminer par une autre suite d'observations.

1°. Les bandes constituantes du pic d'Eyré, forment, avec la direction de la vallée, un angle très-aigu, qui décline au levant par le sud, et au couchant par le nord. Il est naturel de croire que les eaux qui suivent nécessairement le cours des bandes, au moins dans l'origine, viennent du levant; car, en supposant qu'elles fussent au couchant, il faudroit qu'elles descendissent d'abord vers le lieu de Betpoëy, et qu'elles quittassent subitement cette route pour rétrograder vers Baréges, en faisant un angle très-obtus avec

leur direction primitive, ce qui est contraire à toute vraisemblance.

2°. Nous avons déja fait observer qu'il y a une source chaude dans le Haut-Baréges, au-dessus du niveau de la source des bains. On peut en conclure que la veine générale vient de ce côté; car il est plus naturel de croire qu'une forte source lance latéralement quelques jets, avant d'atteindre à son issue, que de supposer qu'étant parvenue à cette issue, elle n'y débouche pas en entier, et pousse des filets d'eau plus avant.

3°. La partie orientale du pic d'Eyré est plus humide que sa partie occidentale, parce qu'elle est la moins escarpée, et que les neiges y séjournent assez long-tems pour remplir les réservoirs intérieurs. C'est donc à cette face qu'il faut attribuer l'origine des sources les plus constantes, et, en effet, on en voit jaillir beaucoup, et point de la face occidentale.

4°. Une longue expérience a démontré que les sources de Baréges étoient sensiblement moins chaudes durant le printems et jusques après le solstice d'été. Ce refroidissement est dû à l'infiltration des eaux froides que produit la fonte des neiges. Or, à la fin du printems, la face occidentale du pic n'a plus de neiges : son exposition et la chûte des lavanges l'en ont débarrassée

depuis long-tems : ce n'est donc pas avec cette face que les sources de Baréges correspondent à la même époque : au contraire, il y a encore beaucoup de neiges sur la face orientale, et les sources froides y regorgent long-tems après la fonte de ces neiges. C'est donc de ce côté que les eaux thermales se refroidissent, et c'est avec cette face qu'elles communiquent.

Ceci posé, il reste à déterminer à quelle distance de la marbrière passe la roche génératrice des eaux, ce qui semble n'être pas aisé, vu que toutes ces parties sont couvertes de terre, d'herbes et de bois; mais des inductions conduisent assez sûrement dans ces routes souterraines.

La marbrière est certainement limitrophe de ces roches. La partie verte qui colore ces marbres est argilleuse et magnésienne; elle est cause de leur délitescence. Cette composition annonce le voisinage des roches de corne.

Mais, 1°. Les couches de la marbrière sont assez épaisses pour faire juger que la transition des roches calcaires aux roches argilleuses est éloignée.

2°. Une observation faite au haut du chemin du Lientz, confirme cette présomption, en démontrant que les marbres occupent une grande épaisseur de ce côté de la montagne.

Les roches génératrices des eaux de Baréges sont donc suffisamment éloignées pour que les travaux projetés ne les entament point elles-mêmes.

Mais indépendamment de cet éloignement, les sources s'approchent de Baréges par une crevasse des marbres. Or, une crevasse ne suivant pas de loi déterminée, il reste à écarter les craintes qui naîtroient de la possibilité qu'elle parcourût les rochers de la marbrière au voisinage de son escarpement actuel. Deux faits rassurent complétement.

Il sort de la marbrière, depuis le local de l'hôpital projeté jusqu'aux anciens bains, plusieurs sources froides. Elles ne se mêlent point avec les eaux chaudes : leurs cours souterrain est donc antérieur relativement à celui des sources chaudes ; et par conséquent celles-ci arrivent à Baréges, dans une direction divergente de celle du marbre.

Cette divergence doit être considérable ; car les escarpemens faits dans le marbre par les propriétaires voisins des bains n'ont point éventé les conduits des sources ; et quand même on supposeroit que cela prouve moins la direction où elles coulent que la profondeur où elles sont enfoncées, cette supposition est toute à notre avantage, puisque nous nous tenons encore

plus

sement thermal, en achetant cinq ou six maisons et quelques terreins aux environs. On rétablira les prises d'eau qui sont imparfaites. Ce travail est à refaire ici, comme dans presque tous les édifices thermaux de la République.

Le défaut général de ces sortes de prises d'eau, est de n'avoir ni échappées de trop plein, ni de ventouses pour les vapeurs qui se rassemblent dans la partie supérieure des tubes ou des réservoirs. Il suit de ce vice de construction, que lorsque le produit de la source gagne sur la dépense des issues, ou lorsqu'un accident quelconque vient à engorger les canaux de décharge, l'eau comprimée de plus en plus par ses vapeurs se refoule, brise sa prison souterraine, et se perd en se frayant une route plus commode.

Cet accident arrive même aux sources froides que l'on enferme trop étroitement dans des bassins ; et dans ce cas, le soin que l'on prend pour les recueillir, cause leur prompte disparition. On ne voit pas autre chose dans nos départemens méridionaux. Le procédé ordinaire consiste à resserrer la source dans un tambour de maçonnerie où elle est forcée de s'élever pour produire une petite chûte. Les premières pluies qui la gonflent, la forcent de chercher une autre issue qui s'ouvre toujours plus bas.

On descend la fontaine; l'eau encore une fois emprisonnée s'échappe de même, et bientôt elle est au fond du vallon, où elle est superflue, laissant les ruines de toutes ses fontaines aux divers étages du coteau qu'elle étoit destinée à fertiliser.

Les eaux de Sauveur ont été soignées et ne manquent pas d'ouvrages assez bien entendus. On a fait du côté du gave une terrasse qu'il seroit à propos de prolonger jusqu'au chemin de Luz. Elle fourniroit un très-bel espace pour y déployer les bains dont le comble affleureroit la rue. L'hôpital seroit placé le long de la promenade contre la montagne, et dans un déblai qui feroit suite à celui qui a été entrepris pour la construction d'une maison particulière. La promenade n'en souffriroit point : au contraire, elle seroit élargie et plantée; il y auroit un jardin charmant, abreuvé avec luxe des belles eaux de la montagne. Ce lieu, si heureusement situé, peut devenir un séjour délicieux, et après avoir tiré son illustration des services rendus aux défenseurs de la patrie, il sera pour la vallée une source de richesse et d'agrément, lorsque la glorieuse paix de la liberté l'ouvrira au concours des citoyens et des étrangers.

Ces eaux ne sont pas anciennement connues. On raconte qu'un évêque de Tarbes, exilé à

Luz, construisit au voisinage des sources une petite chapelle portant pour inscription : *vos haurietis aquas de fontibus salvatoris*; et c'est, dit-on, à cette inscription que le lieu doit son nom. Il est tout aussi probable, que ce fut le nom de Sauveur qui rappella le passage de Saint-Paul au pieux évêque. Quoiqu'il en soit, comme nous n'avons pas besoin de dénominations mystiques, pour des établissemens civils, nous proposerions d'appeller ces bains, bains de Luz, parce qu'ils font partie de la commune de ce nom.

CHAPITRE III.

CAUTERÈS.

Quelques efforts que l'on fasse à Baréges et à Sauveur, on ne peut se procurer, par les établissemens provisoires, que cinq cents places de malades, au plus; et les secours qu'y trouveront les blessés, n'étant point encore proportionnés à leur nombre, il faut recourir à *Cauterès* pour compléter un établissement digne de son objet.

Les eaux de Cauterès sont à peine différentes de celles de Baréges. Les mêmes principes y dominent avec un plus haut degré de chaleur; car la température des sources s'élève jusqu'à quarante-un degrés, ensorte qu'il faut les refroidir pour former des bains supportables. S'il y a d'ailleurs quelques légères diversités dans les doses des sels, ces diversités se sont montrées moins sensiblement dans l'expérience médicinale que dans l'analyse chimique; et, bien que les suites de blessures n'ayent pas été traitées à Cauterès avec autant de concours et d'éclat qu'à Baréges, leur utilité, dans des cas pareils, n'a point été contestée.

A tous ces avantages, les eaux de Cauterès en réunissent de particuliers : un climat bien plus

doux que celui de Baréges, un sol plus fidèle, une situation moins exposée, et des sources si abondantes, que celles de l'Est seulement suffisent pour alimenter plus de bains de douches, que Baréges et Sauveur ensemble.

Toutefois, dans l'état où elles se trouvent, ces eaux n'offriroient aucune ressource pour nos blessés. Elles sont à quatre cens pieds au-dessus de toute habitation. Cauterès, qui leur doit son origine, est descendu au fond du vallon, et les a laissées sur la montagne. Il y a long-temps que cette séparation s'est effectuée.

Établissement provisoire.

On ne peut monter un hôpital au niveau des sources; l'espace est trop resserré pour le recevoir. Il faut descendre les sources à Cauterès au moyen d'un aquéduc, et ne conserver au lieu de leur origine que les réservoirs de prise d'eau. Ce transport des sources, bien loin d'avoir des inconvéniens, a le grand avantage de tempérer leur extrême chaleur, sans évaporation de leurs principes volatils, comme cela arrive dans les cuves découvertes où on les laisse refroidir.

Cauterès offre un local qui remplit toutes les conditions d'étendue de convenance et de commodité: c'est la terrasse du citoyen Labbat, et

les terrains adjacents. De tout temps on les avoit désignés pour cet établissement; mais l'ancien gouvernement ne faisoit rien d'utile, et toutes ses attentions pour Cauterès se sont bornées à couvrir de marbre la cuve qui avoit eu l'honneur de baigner un ministre.

Pour opérer la salutaire migration des eaux que nous proposons, il faut premièrement que la nation les possède. De quatre sources, il y en a deux qui ont été concédées à des particuliers. Ce sont les seules qui ayent été exploitées avec quelque soin. Les deux autres, qui sont excellentes, ne présentent rien qui ait l'air d'un établissement. Dans un tems où il n'y avoit ni bien public, ni patrie, ce qui appartenoit à tous étoit regardé comme n'appartenant à personne.

L'acquisition des deux sources aliénées, dites de Pause et de Canarie, est la première condition du projet. La seconde est l'acquisition des maisons et des terrains nécessaires pour la construction des conduites et l'établissement des nouveaux bains.

Il faudroit construire une conduite en charpente, et y renfermer d'abord les sources dans autant de tuyaux séparés, en attendant l'acqueduc qui devra être construit en maçonnerie; les granges et quelques maisons placées sur l'empla-

cement destiné à recevoir les bains, seront promptement appropriées à cet usage. Les baquets et baignoires en bois des bains actuels de Pause et de Canarie, serviront sur-le-champ au moyen du simple transport. Quant au résultat en nombre de bains et de douches, nous ne pouvons former de conjectures que par apperçu, vu le désordre inconcevable de tout ce qu'il y a de fait. On ne sauroit mesurer les sources avec précision : les réservoirs fuient de tous côtés ; il n'y a nul proportion régulière entre le produit des eaux et celui de leur emploi.

Les bains de Canarie tirent leurs eaux de deux sources ; l'une appelée la source d'Amour, fournit cinq cents vingt-huit pieds cubes par vingt-quatre heures, et alimente une seule baignoire ; l'autre appelée la Grande-Source, n'est pas en état d'être mesurée avec précision ; mais elle fournit abondamment à dix baignoires.

On n'a trouvé que trois cent cinquante-deux pieds cubes de produit à la source de Pause, et cependant elle alimente six baignoires.

La source de César paroit produire mille cinquante-six pieds cubes par vingt-quatre heures, et elle ne fournit qu'à trois baignoires.

En outre, il y a la source du milieu, dite des Espagnols, qui est la plus abondante de toutes ; car nous lui trouvons trois mille cent soixante-

huit pieds cubes de produit par vingt-quatre heures, ce qui peut entretenir cinq baignoires ou trois douches. Cette source, dans l'état où elle est, n'alimente qu'une informe et sale piscine.

Il est donc certain que nous pouvons compter sur vingt baignoires, trois douches et quelques bains de vapeurs, dans la supposition la moins favorable, qui est celle qu'il n'y auroit aucun bénéfice sur de meilleures reprises des sources. Mais nous nous sommes assurés que les *pertes* et les déchets sont si considérables, qu'en rétablissant seulement les réservoirs de prise d'eau, sans aucune tentative de recherches ultérieures des sources, il y a de quoi tiercer, si ce n'est doubler leur produit.

Quant au logement des malades, la *commune* de Cauterès offre tous les moyens possibles d'y pourvoir provisoirement.

L'exécution des ouvrages et l'accélération des travaux, seront produites par les moyens généraux dont nous présenterons l'ensemble, après avoir proposé les projets de tous les établissemens dont les eaux des Pyrénées sont susceptibles.

Établissement permanent.

Cauterès mérite des établissemens plus durables. Tout y indique la convenance d'un

monument thermal digne de l'abondance des sources, de l'efficacité des eaux, et de l'aptitude des lieux; tout y appelle un hôpital considérable. Il est même nécessaire de s'en occuper promptement; car l'acqueduc provisoire en bois ne sauroit resister long-tems à l'action de ces eaux presque brûlantes, et qui s'altéreroient elles-mêmes en détruisant leurs conduites. D'ailleurs, la première opération que l'on feroit en jetant les fondemens d'un établissement régulier, seroit d'exécuter des piscines, à l'exemple de celles de Baréges. Elles tripleroient l'emploi des sources et feroient monter aussitôt à neuf cents le nombre des places de malades. Or, neuf cents blessés sont pour un peuple reconnoissant une masse si respectable, qu'il ne croira jamais être assez tôt en possesion des moyens de les soulager.

Établissement à la Raillère.

Les ressources de Cauterès ne se bornent point aux eaux que nous venons d'examiner. La vallée abonde en sources pareilles en principes et en chaleur, considérables en volume, et qui se trouvent au Sud, depuis six cents jusqu'à quinze cents toises du lieu de Cauterès.

La difficulté d'employer sur-le-champ, ces précieuses données de la nature, vient de ce qu'il n'y a presque rien de fait pour les utiliser.

Lorsque l'on sait que Cauterès étoit fameux long-temps avant Baréges, on ne sauroit se rendre raison de l'abandon où ses eaux sont restées.

Des gens fort curieux d'en faire la généalogie, se sont épuisés à démontrer que César les avoit fréquentées, et que le bain qui porte son nom, est précisément un bain qu'il avoit fait construire pour ses soldats. D'autres, se doutant que César n'étoit jamais venu à Cauterès, ont imaginé avec une *merveilleuse* sagacité que la source avoit reçu le nom du conquérant, à cause des cures héroïques qu'elle avoit faites. Apparemment on s'est cru acquitté avec ces dissertations, puisque le bain de César n'en est pas moins demeuré un cloaque, où la source laissera le nom de l'*assassin de la liberté romaine*, pour venir prendre dans notre établissement celui de son vengeur.

C'est bien pis au midi de Cauterès. Il n'y a point de dissertation, il est vrai, qui illustrent les sources de cette région; mais il y a encore moins d'établissemens qui les utilisent.

On trouve d'abord la source de la Raillère à six cents toises environ de la commune, et sur les bords du gave. Cette source est, depuis long-temps, fameuse; elle sort du granit vif sous d'énormes fragmens de la même roche, toujours prêts à écraser quelques baignoires de sapin

très-bien construites, pour faire l'office de cercueils. La prise et la conduite des eaux sont dignes des baignoires et du hangard qui les couvre. Comme les eaux sont trop chaudes pour être employées sur-le-champ, on les recueille à ciel ouvert, et on les conduit par des canaux de sapin découverts, dans des réservoirs pareils où elles se refroidissent en plein air. On juge ce que deviennent les principes volatils des eaux, durant ces refroidissemens. Au reste, ce procédé est universel dans la vallée de Cauterès : c'est la maladie endémique de l'amménagement des eaux.

Les malades habitent à Cauterès, et se font transporter à la Raillère par des porteurs auxquels Rabelais a payé le tribut d'éloges qui leur est dû. Depuis Rabelais, rien n'a changé, et nonobstant les services que les eaux de Cauterès rendent journellement aux malades, jamais les bains n'ont rendu autant de forces aux portés que les routes n'en ont donné aux porteurs.

Il faut établir un hospice à la Raillère; cette source le mérite. Elle ne fournit pas moins de trois mille soixante-douze pieds cubes par vingt-quatre heures, et il y aura encore beaucoup à gagner en produit, lorsqu'on recueillera avec intelligence les filets d'eau qui échappent

aux reprises actuelles. On y entretient quinze baignoires; c'est trop. Nous n'en aurions que dix, à moins qu'en reprenant la source, on n'obtienne une augmentation de volume.

Nous n'avons pas besoin de dire que pour diminuer la chaleur des eaux, l'on auroit d'autres moyens que les barbares réfrigérans employés à Cauterès. Réservoirs et canaux, tout seroit fermé; et c'est sur la route qu'elles auroient à parcourir que les eaux gagneroient les degrés de refroidissement nécessaires.

Le lieu est âpre, mais favorable au projet d'un établissement, et il est très-possible d'encourager la construction d'une petite bourgade autour des sources. L'hospice que l'on y *créeroit* pour les blessés, ne seroit pas d'une petite importance, car la Raillère seule peut suffire au traitement de cent cinquante hommes, même en n'y formant point de piscines.

Autres Sources à recueillir et utiliser.

A quelque distance de la Raillère, il se trouve encore cinq sources de la plus belle apparence, dont le produit fourniroit des secours pour cent cinquante autres malades. Ces cinq sources rassemblées presque en un grouppe à trois ou quatre cents toises au Sud, sont celles

de Mahourat, du Bois, du Pré, de Bayard et des OEufs.

La dernière paroît la plus abondante et la plus chaude ; mais c'est la plus difficile à recueillir. Elle n'échappe au rocher que pour se perdre dans le gave.

La source de Mahourat se montre au-dessus, dans une crevasse du rocher, assez ouverte pour que l'on puisse y pénétrer jusqu'à vingt pieds de profondeur. On boit ses eaux, mais il n'y a nul établissement fait ; et l'accès de cette caverne est difficile et dangereux.

Au-dessus de cette source est celle de Bayard. L'abord en est escarpé, il n'y a nul établissement, elle n'est visitée que par les gens du pays.

A peu de distance, on trouve la source du Bois, et ensuite celle du Pré, en revenant vers la Raillère. Ces deux sources sont fortes et d'une chaleur considérable, on les reçoit dans des réservoirs découverts, comme c'est ici la coutume, delà elles passent par des canaux qui les portent dans de misérables huttes de pierres sèches, où les baigneurs ne sont guères plus couverts que les canaux et les réservoirs. Cependant il y a là onze baignoires ; savoir : six dans un bain, et cinq dans l'autre. Elles sont trop petites ; mais quand on les réduiroit à sept, Baréges n'en a pas davantage, et il reste les

sources de Mahourat de Bayard et des Œufs, d'où l'on doit tirer au moins deux ou trois douches, et peut-être une augmentation de bains.

Si les belles sources de l'Est n'existoient point, et si l'on découvroit en ce moment les sources du Bois, du Pré et celles qui les accompagnent, il faudroit bien les utiliser. Or, elles sont aussi nécessaires que si les autres ne rendoient aucun service, tant que le nombre des blessés à secourir excède l'étendue des secours disponibles.

Ici, nous sommes, il est vrai, à mille toises de Cauterès et au milieu du granit en roche et en blocs, dans une contrée dont rien n'égale l'aspérité. Mais la Raillère n'est éloignée que de trois cent cinquante toises, et s'il n'y avoit pas d'autre ressource, nous ne serions pas effrayés de l'idée d'y transporter ces eaux, qui ne perdroient au trajet que la chaleur qu'elles perdent dans les réfrigérans. Nous croyons, au reste, qu'elles pourront être utilisées en place. Il y a là un aussi beau fond d'eaux minérales que celui qui a servi a former Baréges. Le site vaut mieux ; il est moins élevé, moins froid, plus sûr, et certainement l'âpreté du sol n'oppose pas ici autant d'obstacles aux travaux, que là son infidélité.

L'on considéreroit ces bains comme faisant partie de l'établissement de la Raillère, dont

ils seroient bien moins éloignés que la Raillère ne l'est de Cauterès. On travailleroit à rapprocher autant qu'il se pourroit, les sources, et à les avancer vers la Raillère.

Les sources de Bayard, de Mahourat et des Œufs seroient plus difficiles à ramener. Cependant, nous avons une espérance fondée de les réduire ; elles sont à découvert; le filon qui les produit est visible, et sa direction n'est pas incertaine. Nous sommes persuadés que nous pourrons écarter ces trois sources du torrent, et peut-être même les prendre à leur point de division. Cette opinion est fondée sur des observations que nous devons développer, pour détruire un préjugé qui s'oppose à toute bonne recherche des sources de Cauterès.

Comme on voit les sources du midi naître au sein d'une immense région de granit, on croit que leur formation appartient à cette roche. Or, si cela étoit, il seroit très-superflu de former des conjectures sur leur route souterraine ; car toute la région étant de granit, elles pourroient venir de par - tout. Point de travaux par conséquent à entreprendre, point d'amélioration, à moins que le hasard ne s'en mêle. Voilà comme, en toute matière, il n'y a point d'erreur indifférente, et point de vérité inutile.

Les sources de Cauterès sortent du granit, comme celles de Baréges sortent du marbre, sans lui devoir leur origine; et la théorie qui nous a guidés là, n'est point ici en défaut.

Le lieu où surgissent les eaux de la Raillère, et ensuite celle du Pré et du Bois, est voisin de celui où s'est fait une brusque transition du genre calcaire au genre siliceux, sans presque aucun intermédiaire du genre argilleux qui est en quelque sorte déplacé. Ces sauts, assez rares dans les Alpes, sont très-fréquents dans les Pyrénées.

Mais les matières argilleuses ne sont que dispersées, et les granits en sont fortement souillés. On en voit même des bancs distincts encastrés dans les bancs de granit. On peut remarquer ce fait au voisinage des sources du Pré et du Bois, où il y a de pareils bancs bien déterminés; et quant au mélange des matières argilleuses dans le granit même, il suffit d'entrer dans la caverne de Mahourat pour en acquérir la preuve.

Nous parlons de bandes de granit; autrefois on ne parloit que de masses de cette roche primitive. Il est inutile d'insister aujourd'hui sur cette vérité que le granit est disposé précisément comme toutes les autres roches, et que ses bandes sont d'autant plus étroites qu'il est plus voisin des matières argilleuses ou calcaires.

Ce qu'il y a de brusque dans le passage des roches

roches calcaires aux roches granitiques dans la région de Cauterès, soustrait aux regards plusieurs intermédiaires. On n'y apperçoit point de Gneiss, et les bandes du granit quoique fort étroites n'offrent point d'indices de stratification interne. Quant à leur disposition générale, elles suivent la direction commune de toutes les couches constituantes des Pyrénées, et leur inclinaison est en raison de la distance où elles se trouvent de la crête de la chaîne. Comme la vallée de Cauterès court du nord au midi, elle est coupée transversalement par la direction de ces bandes, ensorte que les eaux minérales échappent par leurs tranches.

Toutes ces circonstances sont très-favorables à l'observation; et comme d'ailleurs, le granit est plus dur et plus compact qu'aucune autre roche, il résiste mieux aux secousses, il est moins crevassé, et l'on doit s'attendre que les sources y suivront d'autant plus constamment les bandes dont la régularité s'est communiquée aux stratifications de matières étrangères que la nature y a interposées.

Ce sera donc presque infailliblement dans la direction de ces bandes qne nous trouverons le cours des sources minérales, tracé par les roches qui sont propres à les produire. On les reconnoît en effet au-dessus des sources du Bois et du Pré,

remontant des bords du gave à l'est, mais on n'en voit que la crête. A Mahourat, on pénétre dans l'intérieur même d'une de ces bandes. Cette caverne est une crevasse. On a toujours dit qu'elle étoit creusée dans le granit et qu'on voyoit l'eau minérale décomposer cette roche en se distilant à travers les fentes de ses parois. Mais cela est fort inexact. Les parois de la caverne ne sont pas de granit; ils sont d'une pâte fort hétérogène, où les élémens du *granit* sont mêlés à forte dose de roches de corne verte, non seulement disséminées entre eux, mais ramassées dans des loges formées par des veines croisées de quartz. Ce sont ces matières qui se divisent, se désunissent, se décomposent par le contact de l'eau, et détruisent ainsi l'aggrégation des élémens granitiques auxquels elles sont mêlées.

On est là dans un véritable filon des matières propres à la génération des eaux thermales, et il n'est pas difficile de voir que les sources de Bayard et des Œufs appartiennent au même filon.

La direction de ce filon n'est pas incertaine: il court à l'est comme les roches entre lesquelles il se trouve. Son inclinaison est également apparente, et nous jugeons qu'il monte rapidement vers les hauteurs orientales.

En effet, la bande argilleuse des sources du Bois et du Pré s'enfonce sous le granit, aux approches du gave, et le filon de la source aux Œufs qui s'ouvre près du niveau de ce torrent, produit au-dessus la source de Mahourat, et plus haut celle de Bayard, ce qui est un signe non équivoque de son ascension. On en a une preuve de plus dans la caverne de Mahourat; c'est de sa partie supérieure sur-tout que l'eau distile, et les crevasses qui s'y trouvent exhalent un vent si chaud qu'au sein de l'hyver et sous les neiges qui refroidissent les parois de la caverne, ce vent a fait monter à vingt-six degrés le thermomètre de Réaumur.

Il y a donc lieu d'espérer qu'en escarpant le rocher qui est à pic sur le gave, et où les deux premières sources sont presque inaccessibles, il en résultera le double avantage de les éloigner du torrent et de les capter plus haut. Il est même probable que cette opération les réunira, et qu'alors on pourra les amener à l'établissement des sources du Bois et du Pré.

Cet essai ne fait courir aucun risque; car, dans la situation où elles sont, ces sources n'ont presque aucune utilité; mais dans l'espoir du bénéfice considérable qui résulteroit de leur prise, on procéderoit avec autant de prudence, que s'il s'agissoit de la destinée des sources les plus

renommées et les plus utilement employées.

Si de premiers essais, dirigés avec une circonspection scrupuleuse, faisoient découvrir quelques inconvéniens à notre projet, alors nous bornerions nos efforts à rendre les trois sources commodément accessibles, et nous les utiliserions en les couvrant d'une manière rustique. On feroit une buvette à la source de Bayard, une douche champêtre à Mahourat, et si nous parvenions à nous procurer assez d'espace auprès de la source aux Œufs, son volume permettroit d'y établir quelques bains.

Ces petits établissemens étant voisins de celui des sources réunies du Pré et du Bois, lui seroient grandement utiles; et disséminés, comme ils le seroient, au sein d'une nature sauvage, mais superbe, entre les rochers, les bois et les torrens, ils formeroient un spectacle unique en son genre, par le beau contraste de la nature indomptée et de la nature soumise.

Il est peu de vallées qui prêtent à d'aussi beaux établissemens que celle de Cauterès: l'abondance des sources, la sureté des lieux, la magnificence des sites, la salubrité de l'air, tout y appelle des monumens d'une grande ordonnance et d'une indestructible solidité.

Telle est la dispersion des sources, qu'il est impossible de les réunir à un même établissement.

On ne s'étonnera pas de ce que nous en proposons deux. Si la Raillère et les sources du midi étoient à dix lieues de Cauterès, on les jugeroit bien dignes d'un établissement complet. Or, on gagne à la proximité de n'avoir qu'un seul service d'hôpital pour en administrer deux.

Nous avons dit que les sources de l'est pouvoient servir au traitement de neuf cents malades, en y formant des piscines. Les sources du midi peuvent servir au traitement de trois cents, quand même on n'y établiroit point de piscines; et si l'on en fait à la Raillère seulement, cela doublera le nombre des places.

CHAPITRE IV.

BAGNERES-ADOUR.

Nous avons satisfait, autant qu'il a dépendu de nous, aux vues du comité de salut public, pour utiliser les eaux des Pyrénées, qui sont propres au traitement de nos défenseurs blessés. Il nous reste à lui offrir le résultat de notre travail sur la portion des eaux de Bagneres, qu'il destine appliquer au soulagement de l'humanité souffrante.

Sources de Bagneres.

La source de Bagnerolles, dite ci-devant de la Reine, et actuellement de la Montagne, est telle qu'on en trouveroit difficilement une autre qui réunisse à un degré aussi éminent, les conditions de la chaleur, de l'abondance et d'une situation propre à tous les établissemens que l'on voudra former.

Elle fournit constamment quatre cent quatre-vingt-quinze pieds cubes d'eau par heure, ou onze mille huit cent quatre-vingt pieds cubes par jour. Ce produit suffit à l'entretien de vingt baignoires de belles dimensions, à quatre fortes douches, et à deux bains de vapeur; c'est-à-dire, au traitement journalier de cinq cents malades.

Sa température est de quarante-trois degrés, et par conséquent beaucoup trop haute pour l'usage des eaux. On l'abaissera par des réfrigérans bien entendus. Ils consisteront en serpentins qui plongeront dans un rapide courant d'eau froide, ménagé entre les réservoirs et les bains.

Les avantages qui résultent des piscines de Baréges, indiquent ici la convenance d'un pareil établissement. Elles doubleront au moins le service des bains projetés qui fourniront ainsi au traitement journalier de mille malades.

La température des piscines étant nécessairement au-dessous de la température moyenne des bains et douches dont elles proviennent, elle sera relevée par le produit du trop plein des réservoirs qui y sera pris avant les serpentins réfrigérans, ensorte que les piscines recevront des eaux vierges que l'on augmentera à volonté en fermant les clefs des bains, ce qui aura toujours lieu quand ils ne seront pas employés, et ravivera les piscines durant la nuit, et pendant les heures du repas.

Pour qu'il ne reste rien à desirer sur la propreté des piscines, nous soumettrons les eaux des vidanges au filtrage le plus complet que l'on ait encore imaginé.

Nous employerons à cet effet un filtre dont

l'usage est habituel dans les montagnes du Piémont. Ce filtre, dont la structure est d'une admirable simplicité, purge à la fois les eaux des immondices légères qui s'élèvent à la surface, et des matières pesantes qui tendent à se précipiter. Il consiste en une auge coupée transversalement, en plusieurs compartimens, par des coulisses, dont les unes arrasent le bord supérieur de l'auge, et ne touchent point le fond, et les autres touchent le fond, et ne parviennent pas à la hauteur des bords de l'auge. Ces deux sortes de coulisses alternent, et le tout étant rempli de sable, l'eau qui tombe dans le premier compartiment ne peut gagner le second, qu'en passant sous la première coulisse d'où il faut qu'elle monte pour atteindre le troisième compartiment en passant par-dessus la seconde coulisse. De même, elle ne passe au quatrième qu'en descendant, au cinquième qu'en remontant, et ainsi, forcée de traverser alternativement le sable de haut en bas et de bas en haut, elle dépose tour à tour et les corps pesans, et les corps légers qui l'altèrent.

Mais cet établissement a d'autres moyens d'extension que ses piscines. Il convient d'y réunir la source des Sans-culottes, ci-devant du Dauphin, et celle de Roch qui l'avoisinent. Ces sources qui ont quarante-cinq degrés de chaleur,

sont nationales ; et l'on y avoit déja fait des piscines à l'usage des citoyens indigens.

Tubes de Bagnêres.

On obtiendroit encore une augmentation d'eau, peut-être fort considérable, par le moyen usité à Bagneres par les particuliers pour établir des bains. Ce moyen est fondé sur la prodigalité avec laquelle la nature a répandu des sources thermales dans le sol de Bagneres.

Il paroît que les montagnes occidentales qui composent les bancs du pic du midi, forment dans leur sein une grande quantité d'eaux chaudes. Comme les bandes de rochers coupent transversalement la vallée, ces eaux débouchent par l'extrémité tronquée de leurs tranches, et inondent le sol où elles sont soutenues inférieurement par une couche de terrein solide et imperméable à l'eau, et recouvertes supérieurement par les débris récens et les couches de terre végétale.

Tout l'art des habitans de Bagneres consiste à percer verticalement la terre jusqu'à ce qu'ils rencontrent d'abord la couche des eaux et ensuite le terrein solide. On enfonce dans le trou un tuyau ou canon de pompe qui descend jusqu'au terrein solide, capte l'eau et la fait re-

monter d'elle-même en siphon jusqu'à une hauteur donnée d'où elle s'écoule dans des réservoirs et fournit aux bains. Comme la couche d'eau est commune, celui qui enfonce le mieux son tube, soutire l'eau à ses voisins ; celui qui élève le moins l'orifice de sa pompe, a le plus d'eau. Delà naissent les contestations entre voisins, et les réglemens qui ont déterminé le mode régulier de la construction de ces pompes.

Le circuit de l'établissement projeté *fournit* un vaste champ à ce moyen d'amélioration. Comme il est au-dessous des sources principales, ces nouveaux produits ne seroient pas obtenus aux dépens de ces sources ; et comme nous sommes précisément au débouché des montagnes, ils ne peuvent qu'être très-considérables. Il est permis de croire qu'avec d'aussi puissans secours, l'établissement pourra suffire au traitement de douze à quinze cents malades.

Monument Thermal.

Un pareil fond d'eaux salutaires, mérite assurément des monumens qui correspondent à son importance. Tout concourt à faire sentir ici la convenance d'un magnifique établissement ; la salubrité de l'air, l'inexprimable beauté des lieux, la facilité d'y pourvoir aux besoins de

la vie...... Dirons-nous aussi le souvenir des Romains dont nous foulons les autels et la cendre? Pourquoi ne sentirions-nous pas quelques mouvemens d'émulation à l'aspect des lieux que ce peuple a enrichis de ses monumens? et qui n'applaudira point au desir de les égaler en magnificence, lorsque nous les surpassons en moralité?

Il nous faut des monumens aussi grands que durables. Nous ne répétons cette vérité qu'après nos législateurs. Les monumens sont l'emblême de la puissance nationale. La grandeur et la vertu du peuple se peignent dans l'opposition de la simplicité des édifices particuliers, et la majesté des édifices publics. Mis en regard, c'est une leçon parlante de la modération des citoyens et de la force de l'état. Les uns sont le signe de l'union intérieure des familles particulières, les autres sont le signe de l'union de la grande famille politique. Et dans quels monumens se déployera la majesté nationale, si ce n'est dans ceux que consacre la piété publique?

Pénétrés de ces principes, nous avons cru que Bagneres étoit le lieu de leur application. Un établissement thermal superbe, amene au voisinage de la ville, un hôpital propre à recevoir douze à quinze cents malades : placé au voisinage des thermes, séparé de lui par une

belle place, accompagné d'un jardin riant, environné de magnifiques promenades, voila les palais que se bâtit un peuple de frères, voila ce que nous indiquoient les bienfaits de la nature. Les projets que nous joignons à ce mémoire feront juger si nous avons été guidés dans l'emploi des circonstances locales par le desir du bien et le sentiment du beau. A la vue des lieux, il est permis de se livrer à l'enthousiasme, et nous ne craignons que d'être restés au-dessous de l'idée que nous nous sommes faite de nos devoirs. On peut disposer ici d'une rivière d'eau thermale chauffée des mains de la nature...... Avec un pareil présent de sa toute puissance, il faut faire oublier ces trop fameux bains d'Alexandrie qu'on chauffoit avec du bois, et qu'on a fini par chauffer avec des livres.

CHAPITRE V.

EXTENSION DES ÉTABLISSEMENS THERMAUX.

Il est tems que la République française crée des établissemens thermaux. Quelque médiocres qu'aient été les efforts des nations voisines pour utiliser et embellir leurs sources minérales, ces efforts ont été la honte de notre gouvernement royal, et nous n'avons jamais rien eu à opposer aux établissemens des étrangers. Quelque part que l'on aille en France, il semble être encore au milieu de ces nations scytiques qui ne se baignoient jamais. La médecine, en consacrant l'usage d'un petit nombre de sources, leur a laissé tout le dégoûtant d'un remède. Ce sont par-tout des cloaques obscurs, malpropres, infects, administrés par l'ignorance, et régis par la cupidité; ce sont des bains loués par des particuliers qui n'ont pas su sortir des étroites combinaisons de la parcimonie; ce sont des bains communaux affermés par des cantons, où tout le monde est prêt à partager les produits, et personne à faire les avances; ce sont des fermiers de passage dont l'intérêt actuel est de dégrader, et des surveillans qui n'ont point d'intérêt à conserver. Une misérable contribution, qui n'est à charge qu'aux indigens, ouvre la porte d'un bain, que n'ouvrent ni les

ulcères du pauvre, ni les sollicitations d'une malheureuse famille qui apporte son chef impotent..... O ma patrie! tu ne le souffriras plus. Ce que la terre accorde sans travail, sera distribué sans salaire; et l'état fera payer à l'état ce qu'il ajoutera pour sa gloire aux bienfaits de la nature.

Que la nation indemnise au besoin les possesseurs des sources minérales; mais qu'elle retire à elle toutes celles où l'industrie des propriétaires n'aura pas formé des établissemens convenables. Un regard sur l'état de *nos* sources les plus renommées, suffit pour convaincre que leur aménagement est au-dessus des forces des particuliers, et qu'il doit être le résultat des lumières, de la force et de la munificence publique. Nous n'aurions à offrir en exemple que les établissemens dont le comité de salut public nous a confié l'examen; mais nous devons présenter le tableau de ce que nous connoissons de sources négligées ou abandonnées dans les lieux que nous avons parcourus. Ce tableau nous fournira bien d'autres motifs de réclamation.

Sources minérales négligées dans les Pyrénées.

1°. Dans le bassin de Luz, entre Sauveur et Baréges il y a une source dont l'importance

n'est pas douteuse. C'est celle de Visos, qui surgit près de la commune de ce nom. Elle jouissoit long-temps avant Baréges d'une grande réputation, puisqu'elle attira la dernière reine de Navarre. Ces bains sont à présent oubliés de tout le monde, excepté des habitans des lieux voisins qui ont conservé pour eux une grande vénération, et qui en font un fréquent usage. Dans l'état où elles se trouvent, ces eaux ont peu de chaleur, mais il est aisé de les améliorer, et d'y former un établissement très-utile.

2°. Au revers du Tourmalet, on rencontre une source hépathique entre les cabanes de Tramesaigues et le hameau de Grip, sur la rive droite de l'Adour et à fleur d'eau. Elle pourroit être recueillie, et l'on y feroit un petit hospice champêtre qui serviroit au moins aux habitans de la vallée.

3°. Il se présente aussi une source hépathique au canton de Lourdes, vallée de Davantaigue, près de Beaucens. Les habitans du pays l'employent en boisson : elle est sulphureuse, mais froide; et comme elle se présente telle à la sortie de son rocher, il est à présumer qu'elle doit son refroidissement à des causes sur lesquelles il est difficile d'opérer. Mais quand elle ne fourniroit qu'à une petite fontaine rustique, un pareil usage n'est point à dédaigner.

4°. Il existe des sources d'eau chaude dans la commune de Gazost, au milieu de la vallée de Juncalas qui s'élève de Lourdes au pic de Montaigu. Il y en a encore dans le voisinage, au fond de la vallée de Meuilh. Elles avoient été l'objet d'une spéculation du ci-devant seigneur de la vallée : on n'y songe plus. Cependant tout annonce l'utilité de ces eaux placées au voisinage de Tarbes, dans des vallons agréables et bien peuplés.

5°. Dans la vallée d'Aure, au pied de la Hourquette d'Areau, on trouve deux sources minérales ; à Cadiac, une de chaque côté de la Neste. L'importance de ces sources n'est pas douteuse, et elles sont connues depuis plusieurs siècles. Les eaux sont fortement *hépathiques* et chargées en général des principes qui minéralisent les eaux de Baréges ; mais elles ne donnent aucun indice de chaleur. Cependant les observations des médecins ne laissent aucun doute sur leur grande efficacité dans le traitement des maladies cutanées, et des suites de blessures. On y a formé récemment un petit établissement provisoire, en faveur des défenseurs de la patrie. Il est certain que ces eaux sont susceptibles d'une grande amélioration, et qu'en les poursuivant plus avant dans la roche d'où elles sourdissent, on parviendroit à les obtenir chaudes.

6°. Entre

6°. Entre Tournaï et Lannemezan, à peu de distance de Tarbes, on remarque les eaux de Cavères ou Cabbern, qui ont de la célébrité, quoique la nature n'en soit pas bien connue. Les médecins étrangers les recommandent dans les cas où l'on prescrit ordinairement les eaux ferrugineuses. L'heureuse situation de ces eaux se réunit avec la faveur dont elles jouissent, pour indiquer a nécessité d'y former un établissement public.

7°. Dans le département des Basses-Pyrénées, se trouvent les eaux bonnes et les eaux chaudes, fameuses depuis plusieurs siècles, et dont les vertus sont bien connues. Ces sources, cependant, recueillies de la façon la plus pitoyable, presque inaccessibles par l'état des sentiers qui y conduisent, sont actuellement au dernier degré d'altération, et au moment d'être perdues pour la république. La grotte où naissent les premières, est le repaire des serpens et de reptiles de toute espéce. Les eaux pluviales se mêlent librement avec les eaux minérales. On ne peut rien ajouter à cet extrême désordre, et il suffit de l'annoncer pour attirer l'attention du gouvernement.

Analyse des Eaux Thermales.

Il n'y a point à hésiter : toutes les sources que l'usage a accréditées doivent être reprises selon

les principes d'une bonne hydraulique, et il doit y être fait des établissemens proportionnés à leur degré d'importance. Quant à celles qui ne sont connues encore que par leurs apparences extérieures, elles doivent être examinées non-seulement par des chimistes et des ingénieurs, mais encore par des naturalistes et des médecins. Il ne convient point à des hommes éclairés de recueillir des sources et de s'y plonger comme faisoient nos ancêtres, par la seule raison qu'elles sont *chaudes* et minéralisées, laissant au hazard et au tems à déterminer leurs effets. Nous croyons donc qu'il est nécessaire d'ordonner préalablement l'analyse de toutes les eaux que nous venons d'indiquer. Cette analyse, pour être comparative, exige que l'on recommence celle des eaux de Baréges, Sauveur, Cauterès, et Bagnères. Nous avons sans doute un excellent travail sur ces eaux, et le mérite des chimistes à qui nous le devons, ne sauroit être contesté; mais à l'époque où ils ont travaillé, on ignoroit absolument la nature des principes volatils auxquels ces eaux doivent presque toute leur efficacité. Les découvertes modernes nous assurent des succès plus complets. La chimie devenue française, en même temps qu'elle est devenue une science exacte, est actuellement capable de retenir, examiner, reproduire à volonté les gaz qui échap-

poient aux anciennes analyses. Elle fixera nos idées sur la manière dont les eaux connues agissent sur l'économie animale. Elle préviendra et dirigera les décisions de la médecine sur les effets que l'on doit attendre des sources non encore éprouvées, et par une connoissance exacte, tant de leurs principes que de la réaction de ces principes sur les vases où nous les renfermons et sur l'air qui les touche, elle nous enseignera à choisir les matières les plus propres à les contenir, pour donner à nos constructions toute la perfection relative dont elles sont susceptibles.

Ces considérations seules suffiroient pour prouver qu'il n'appartient qu'à l'état de faire des établissemens thermaux. On ne sauroit regarder comme du ressort des particuliers ces entreprises qui exigent préalablement le tribut de toutes les lumières publiques. Que l'état abandonne à l'industrie individuelle toutes les entreprises où l'intérêt privé est plus vigilant, plus actif, plus économe que l'intérêt public; mais qu'il préside à son tour à toutes celles où l'on ne peut attendre de l'intérêt particulier, le zèle, la force et les connoissances nécessaires à leur succès. Tel doit être le partage des travaux dans une société bien organisée, que chaque individu fasse ce que nul autre ne peut faire

pour lui, et que le peuple entier opère ce qui ne peut être produit que par la réunion des lumières et des forces de tous.

Quelque riche que soit la France en eaux minérales, le nombre n'en est pas tellement considérable, relativement à l'étendue de la république, qu'on doive regarder comme immense un travail général sur cette partie. On ne trouve guère ces eaux que dans les contrées montueuses, et là elles sont grouppées de manière que chaque source principale est le centre d'un certain nombre de sources moins importantes que l'on a communément oubliées pour ne s'occuper que de la plus apparente. Nos eaux minérales offriroient donc à la nation quelques grands établissemens à entreprendre, et beaucoup plus de petits établissemens à former. Ici, ce ne seroit qu'une simple fontaine; là, quelques bains champêtres; au centre enfin et sur la source principale, un monument proportionné au produit, à l'importance, aux usages publics et particuliers de cette source.

Il est tels lieux où se déployeroit sur-tout la magnificence nationale. C'est là qu'il faut transporter l'architecture destinée auparavant à donner de fastueux repaires aux bêtes féroces qui nous dévoroient. C'est là que des hommes libres embelliront de leurs travaux la nature

que les tyrans opprimoient comme leurs esclaves. Ces bosquets où se cachoient l'intrigue, la dépravation et les remords, seront ici l'asyle du brave qui rêve à ses honorables combats, du citoyen qui médite des actions vertueuses, du malade qui renaît comme leur feuillage..... Tel est le tableau que nous nous sommes fait des établissemens thermaux des Pyrénées, et que nos vœux étendent à tous ceux de la république. Utilisons, embellissons les sources des Alpes, du Mont-d'Or, des bords de l'Allier, de la Moselle et du Rhin. Nous n'avons plus les monumens de l'orgueil et du vice ; les édifices qu'élèvent désormais les français sont ceux qui protégent les citoyens, honorent leurs vertus, ou soulagent leurs misères. C'est maintenant qu'il faut bâtir pour le goût, comme les Grecs ; pour les siècles, comme les Egyptiens. Quels monumens seront plus augustes que ceux que le peuple élevera pour le peuple, plus respectés que ceux qui dateront de l'ère de la république ? Et qui osera dire que ces édifices, en rappelant à nos enfans les mâles entreprises de leurs pères, ne seront pas au nombre des gardiens de leur liberté ?

CHAPITRE VI.

ROUTES, PONTS, HOSPICES.

Nous ne quitterons point la région qui renferme les plus solides espérances des braves blessés, pour la cause de la liberté, sans attirer les regards de nos législateurs, sur *tout* ce qui peut compléter les établissemens projetés.

Des Routes.

Les routes sont le premier objet de sollicitude. Il faut les prolonger vers les lieux où nous indiquons de nouvelles sources à utiliser, et il faut les améliorer par-tout; car les communications sans cesse menacées par les accidens d'une nature puissamment active, sont dans un état d'autant plus alarmant, que depuis long-temps on n'a fait qu'y disséminer de petites réparations insuffisantes pour leur entretien, et incapables de les préserver d'une dégradation progressivement croissante.

La route de Tarbes au district du Gave, est celle qui conduit tant à Cauterès qu'à Sauveur et Baréges. Jusqu'à Lourdes, et même jusqu'à

Argellès et Pierrefite, c'est une chaussée ordinaire qui n'exige que l'entretien habituel; mais entre Argellès et Pierrefite, il faut donner des soins particuliers à la communication de Savin, dont le couvent est transformé en un hôpital fort utile pour le mouvement des hôpitaux de Cauterès et de Baréges.

La route de Pierrefite à Cauterès exige une surveillance fort active. Des torrens, des ravins la prennent en flanc, la ravagent; et l'on détruit les bois qui la protégent! Son prolongement de Cauterès à la Raillère, demande des améliorations considérables, et il faut l'étendre delà aux sources du midi, où l'on n'arrive actuellement que par un périlleux sentier de montagnards. Cette extension a un autre avantage que celui de rendre ces sources commodément accessibles; car c'est en même temps la route du port des frontières d'Espagne, c'est-à-dire celle de nos bataillons en temps de guerre, et celle du commerce en temps de paix.

La route de Pierrefite à Luz exige encore plus de vigilance: on y a fait, dès l'origine, de grandes fautes dans le tracé et l'exécution; elles étoient peut-être inévitables dans une entreprise toute nouvelle et au sein de ces effroyables précipices. Il faut bien l'employer comme elle est; mais à mesure que les ponts

sont emportés, il faut la corriger. Dans des lieux où l'art ne peut rien, s'il n'emploie les données de la nature, il faut chercher et choisir les culées qu'elle fournit elle-même pour y jeter des arches sur la durée desquelles on puisse compter ; et si l'on veut, en pareil cas, être assuré de ses communications, il ne faut pas faire les ponts pour le chemin, mais le chemin pour les ponts.

Mais ce qu'on doit faire ici tous les *jours*, c'est préserver et défendre la route du choc latéral de plusieurs torrens, de l'éboulement des schistes mal liés, dont quelques montagnes sont formées, et de quelques lavanges qui la ravagent.

Ici comme à Baréges, on détruit avec une espèce de fureur les bois qui défendent les pentes; et si l'on n'emploie pas des moyens pour déterminer les habitans à se procurer, par des plantations, le bois qui leur est journellement nécessaire, il n'y a point de loix qui leur fassent respecter des forêts dont ils ne sentent l'utilité qu'une fois l'an.

De Luz à Baréges, le chemin est souvent dans un état déplorable; on y pourvoira par les travaux que nous avons proposés pour contenir le Bastan et les irruptions des ravins; mais il en faut d'autres pour subvenir à la chûte des ponts,

qui interrompt fréquemment les communications. Le sol est si mobile et si infidèle, que la solidité des constructions de ce genre n'en sauroit garantir la durée.

Des Ponts.

Il faudroit multiplier beaucoup les ponts ; le Bastan doit en avoir plus d'un ; leur multiplication n'importe pas moins à l'agriculture, à l'économie pastorale, au commerce, aux approvisionnemens, qu'au service de l'hôpital et aux mouvemens militaires. Plus d'une fois les habitans du canton de Baréges ont souffert la faim et éprouvé des pertes de bétail par l'interruption des communications.

Ils auroient dû y pourvoir eux-mêmes ; mais c'est la faute du gouvernement s'ils n'ont pas su le faire : les montagnards ne sont ni charpentiers, ni ingénieurs ; on leur montre de loin en loin une belle arche jetée selon les règles de l'art, ou quelque pont de bois provisoire fait avec le luxe qui caractérise les grandes opérations. Ce ne sont pas là des modèles qu'ils puissent imiter : aussi se contentent-ils de mettre deux pièces de bois en travers du torrent, ou de glisser une grosse pierre sur deux blocs qui en rétrécissent le cours. Tout cela dure autant

que le beau temps, et s'enfuit ou s'écroule avec les crues d'eau.

Que l'on naturalise ici ces ponts de bois, dont *Palladio* nous a transmis la composition, et que le charpentier *Jean-Ulric-Grûbenmann* a su rendre vulgaire en Suisse. Ces ponts sont d'une construction si facile et si prompte, ils s'accommodent si bien de pièces de bois d'une médiocre longueur, qu'ils seroient bientôt imités par les gens du pays, et qu'ils multiplieroient les communications intérieures qu'une bonne administration doit encourager.

D'ailleurs, ils conviennent beaucoup aux approches de la frontière : en temps de guerre, on les établit et on les coupe quand on veut. Le pont de Luz ou au moins les ponts auxiliaires devroient être construits d'après ces principes; le Bastan est peu large, ses rives n'offrent qu'une base trompeuse aux culées qu'on y fonde. Ces ponts serviroient de modèles aux gens du pays; on ne manque point de moyens pour en rendre la structure élégante, en dissimulant leur mécanisme. Nous ne voudrions pas qu'on sacrifiât ici à cette petite considération d'appareil : un bon exemple donné aux montagnards, vaut mieux que la tournure d'un pont. Qui n'a pas vu avec plaisir, dans les cantons populaires de la Suisse, cette multitude de petits ponts

composés de deux paires de flèches arc-boutantes, et de deux clefs qui y sont suspendues? c'est le grossier ouvrage du premier charpentier de village ; il plaît non-seulement à l'esprit, mais à la vue ; parce que la puissance du moyen est aussi évidente que sa simplicité. Ailleurs, ce sont des ponts de pierre long-temps médités et plus lentement construits, projetés avec empyrisme, répandus avec parcimonie, parce qu'ils sont chers, environnés de l'idée de la dépense, des tributs, des corvées. Qu'on nous dise lesquels de ces ponts donnent plutôt l'idée de la richesse du peuple et de son bonheur. L'abondance des choses utiles, voilà le faste des républicains ; et le luxe du bois est superbe dans un pays de pierre.

Au-delà de Baréges, un chemin trop négligé conduit par le Tourmalet dans la vallée de Campan et à Bagnères. C'étoit la seule route par laquelle on pénétroit à Baréges, avant l'ouverture du chemin de Pierrefite. On ne doit pas la considérer avec indifférence : elle importe au commerce, et on sait les services qu'elle a rendus en temps de guerre pour faire passer promptement des avis directs du haut du canton de Baréges, dans la vallée de Campan, et de-là dans la partie supérieure de la vallée d'Aure.

Hospices sur les Routes.

Le passage du Tourmalet est élevé de onze cent-vingt-six toises au-dessus du niveau de la mer ; mais dans les Alpes qui sont plus froides et plus âpres, regarde-t-on à de pareilles hauteurs ? On y place un hospice, non à la base, comme dans les Pyrénées, où il n'est utile qu'à l'hospitalier, mais au sommet où il est utile aux voyageurs ; et les hivers les plus rudes loin d'en chasser leurs gardiens, ne font qu'y redoubler leur vigilance, leurs soins et les avantages que le pays en retire.

Il y a beaucoup à faire sur nos routes, en faveur de l'hospitalité publique. Que l'on considère toutes celles que nous venons de parcourir. Là, se traînent d'un pas lent et douloureux, les infirmes, les impotens, les blessés. De Pierrefite à Cauterès, il y a six mille toises, et la route s'élève de trois pouces par toise. De Pierrefite à Luz, l'ascension est moins sensible, mais le chemin a deux mille toises de plus. De Luz à Baréges, il n'a que trois mille six cents toises ; mais l'ascension est de six pouces par toise et le long de ces pénibles routes, pas une habitation, pas une fontaine pour désaltérer le malade haletant de soif, pas un hangard pour mettre, un instant, à l'abri du soleil ou de la pluie, le

pauvre demi-nud et couvert d'ulcères ; l'impotent exténué demeure là, sur une pierre, ses béquilles gissantes à côté de lui. Étranges avenues pour des monumens destinés au soulagement de l'humanité souffrante !.....
Qu'on se hâte d'élever de modestes abris ; qu'on façonne de rustiques fontaines ; que l'hospitalité publique s'annonce au loin sur les routes qui conduisent à ses asyles, que le malheureux sente à leur approche qu'il est un être important pour ses concitoyens ; que ces secours donnés et reçus avec le sentiment de la fraternité, rapprochent les hommes par le lien de la bienveillance ! Ce sont ces douces et profondes impressions qui donnent un corps à l'idée abstraite de la patrie, et qui gravent dans les cœurs l'amour de la république.

Nous touchons à la partie morale de nos établissemens ; qu'il nous soit permis de lui donner encore un regard. Quelque grands que puissent être ces monumens, les Romains les auroient faits, même aux derniers de leurs beaux jours, même au temps de leurs exécrables empereurs, mais ils ne les auroient pas faits comme nous. Car ce n'est pas seulement des pierres, mais les cœurs qu'il faut émouvoir. Ils avoient donné de l'éclat aux eaux des Pyrénées. Sertorius et César avoient imprimés à leurs

monumens quelque chose de la grandeur que ce peuple donnoit à ses moindres ouvrages. Mais c'étoit au déclin de la liberté. On n'y voyoit pas le vétéran paralytique ou le légionnaire mutilé Ces thermes étoient inondés de la jeunesse brillante et voluptueuse qui venoit d'Italie effleurer les plaisirs de la Gaule et de l'Espagne. L'académie de Huesca faisoit des vers en l'honneur de Sertorius ou de César; on dédioit des autels votifs au dieu *Agaunus* ou *Agaunum*; il n'y avoit personne pour remercier la patrie, et point de patrie à remercier.

Les Pyrénées offrent aujourd'hui un autre spectacle, et nous avons d'autres autels à élever, d'autres dates à inscrire, d'autres souvenirs à perpétuer. Nous avons vu *guérir* à *Baréges*, les braves dont le sang a coulé dans ces batailles mémorables qui mettent le sceau à l'affranchissement du peuple. Nous avons vu l'un d'eux recouvrer l'usage de ses membres, après trois décades de l'usage des eaux; nous l'avons vu déposer ses béquilles, aux touchantes acclamations de ses compagnons de fortune et de gloire..... Et ces béquilles respectables, où sont-elles? Quel monument les a reçues? où la patrie sera-t-elle remerciée par l'enfant de ses soins?

Qu'un édifice simple, mais gracieux et solide,

soit consacré à ce bel usage. Nous le placerions hors de l'enceinte des établissemens thermaux, sur une éminence, où, vu de par-tout, il seroit le but de l'espérance et des vœux. Le sentier qui s'y éleveroit, indiqueroit, par un peu de roideur, la force qu'a acquis le blessé qui y porte son offrande. Il seroit conduit solemnellement au monument par les officiers de santé, qui viendroient y rendre un défenseur à la patrie; et les officiers municipaux, environnés de militaires armés, recevroient en son nom ce soldat de la liberté, sauvé des coups mal assurés de ses ennemis. Sur le fronton du temple, on liroit cette inscription : A LA PATRIE SECOURABLE; au pourtour extérieur seroient gravés les noms des principaux combats qui ont décidé les succès de nos troupes victorieuses; au dedans, les honorables béquilles seroient suspendues à des rubans tricolores; on y inscriroit le nom et la patrie de celui qu'elles ont supporté, et l'action où il a reçu sa blessure; il seroit ensuite rendu à ses compagnons d'armes, qui le reconduiroient en triomphe. On fermeroit le temple à la paix, comme celui de Janus : il ne recevroit plus d'offrandes après celles des guerriers qui auront terminé la guerre de la liberté contre la tyrannie.... Quel monument de la piété publique! et quel spectacle pour la postérité!

CHAPITRE VII.

SYSTÉME D'EXÉCUTION.

Après avoir présenté le projet, tant des établissemens provisoires à former pour le service des défenseurs de la république, que des établissemens permanens qui étendront considérablement l'usage des eaux minérales des Pyrénées, il nous reste à proposer le système d'exé*cution* qui nous paroît le plus propre à concilier la célérité avec le bon aménagement des eaux, et d'y joindre nos vues sur les travaux de préservation, de conservation et d'extension qu'il est indispensable d'entreprendre.

Les ressources de construction *sont nombreuses* à Bagnères, moins étendues à Cauterès, nulles à Baréges. Nous prendrons pour base les moyens à employer dans les lieux où l'exécution est la plus difficile : cela nous dispensera d'insister sur les autres. On prendra les facilités où elles se trouvent ; et il vaut mieux avoir à réduire ses mesures, que d'être en peine de les renforcer ou de les étendre.

Établissemens provisoires.

1°. La première opération à faire, est l'acquisition des maisons et terrains qui doivent être employés

employés aux constructions, tant provisoires que permanentes. Elle nous paroît être du ressort des corps administratifs. Nulle autre autorité ne peut la faire avec autant de connoissances locales, de célérité et d'économie. Nulle autre ne peut la consommer avec des formes aussi simples.

Ils procéderoient sans délai à l'estimation de ces propriétés, et l'acquisition seroit effectuée sur-le-champ, consommée à terme fixe pour le compte de la nation, par simple procès-verbal, tenant lieu de tout contrat de vente. La transmission de propriété auroit ainsi son effet du jour même de la signature du procès-verbal; mais le prix des fonds demeureroit un temps prescrit dans les mains de l'administration, pour vérifier les titres des vendeurs, et pour recevoir les oppositions aux délivrances de deniers, attendre le partage des propriétés encore indivises, et les jugemens sur celles qui seroient litigieuses.

2°. La seconde opération est l'acquisition des matériaux de construction pour les établissemens provisoires. A cet effet, il convient d'établir un constructeur expérimenté qui seroit chargé de tous les détails de l'exécution.

Les travaux de préservation les plus urgens, marcheroient de pair avec ceux de l'établissement provisoire.

Le premier soin du constructeur seroit de

dresser un état exact et circonstancié des matériaux de tout genre dont il seroit nécessaire de s'approvisionner. Il faut les avoir sous la main avant de rien entreprendre, si l'on ne veut exécuter avec lenteur et incohérence, perdre du temps et de l'argent.

L'administration du département des Hautes-Pyrénées, seroit chargée de pourvoir, par tous les moyens que la loi met à sa disposition, à ce que les matériaux fussent acquis, transportés et réunis au chantier, dans un court délai déterminé.

3°. La troisième opération seroit la formation d'un corps d'ouvriers, outillés d'une manière convenable. Baréges sur-tout, exige des mesures extraordinaires bien combinées. Il n'y a ni ouvriers sédentaires, ni aucune des ressources qui alimentent les ateliers. Les seuls moyens d'y suppléer sont dans cette action révolutionnaire, qui rend la nation supérieure à tous les obstacles, et active dans les efforts de ses moindres sections.

Les administrations de district opéreroient par une commission qui mettroit les municipalités en mouvement; et il seroit formé momentanément et par réquisition des compagnies d'ouvriers les plus expérimentés pour la construction des bâtimens. Il y auroit une compagnie de cent-vingt

hommes pour Baréges, et deux pareilles pour Cauterès : il faudroit également organiser quelques moyens de transports.

4°. On pourvoiroit au logement et à la subsistance de ces compagnies, comme pour le service militaire, pendant le temps de leur exercice seulement. Les ouvriers recevroient un salaire tarifé de manière à exciter leur émulation. Ils seroient tenus de se munir des outils nécessaires dont le constructeur auroit spécifié d'avance le nombre, le genre et la distribution.

5°. Il y auroit une délégation des corps administratifs qui seroit chargée de toute la comptabilité, et qui maintiendroit en même temps une exacte police dans le service des ouvriers. On ne sauroit trop séparer la comptabilité, des arts. Il est rare que les talens de l'une et l'autre espèce s'allient dans les mêmes personnes, et la république, pour être bien servie, ne doit pas compter sur les exceptions.

6°. La réparation et la conservation des routes doivent être produites, comme de coutume, par les mesures départementales; mais l'impulsion doit partir du centre du gouvernement, en même temps que celle qui met en mouvement la construction des établissemens auxquels ces routes aboutissent.

Service des Eaux.

1°. Pour mettre sur-le-champ les défenseurs de la liberté en possession des avantages que leur assurent les établissemens provisoires, il faut ajouter aux dispositions générales des réglemens des hôpitaux, celles qu'exige la nature particulière des établissemens thermaux.

Le régime de l'hôpital de Baréges étoit très-vicieux. On avoit trop resserré la saison des eaux, et le nombre des heures où les militaires devoient jouir des bains. D'ailleurs, les officiers de santé n'avoient pas à beaucoup près l'autorité suffisante pour faire marcher le service des eaux.

Il faut faire avancer les blessés, dès le mois pluviôse, dans les hôpitaux de Tarbes, Bagnères et Savin. Les officiers de santé de Cauterès, Sauveur et Baréges se rendront à Savin, sur la convocation de l'agent national du district, aussi-tôt que leurs hôpitaux respectifs seront habitables, et ils décideront le mouvement par une délibération, avec l'avis des régisseurs chargés de tout ce qui concerne les transports et les approvisionnemens. Ces hôpitaux, une fois ouverts, ne seront évacués à l'arrière-saison que d'après une délibération pareille, et lorsqu'il sera constant que le séjour des malades ne peut

être prolongé sans inconvénient pour leur santé, ou embarras pour les transports.

De cette manière, nos défenseurs jouiront de Baréges durant sept mois ou environ, et de Cauterès pendant huit mois au moins. Sauveur servira au mouvement. Quant à Bagnères, l'hôpital sera permanent; il n'y a pas de saison où il ne soit habitable.

2°. Pour ce qui concerne les heures, il faut fixer celles qui seront employées au service de l'hôpital. Nous avons reconnu que ce service ne peut commencer avant trois heures du matin dans un établissement régulier, et vu le froid et l'intempérie des nuits dans ces régions montueuses; à onze heures, il doit y avoir suspension pour les repas, et le service ne peut recommencer que trois heures après, vu le danger des bains chauds et des douches durant la digestion; ce service reprendroit donc à deux heures après midi, et dureroit jusqu'à sept ou huit heures au plus tard : c'est alors l'heure du souper, qui exige de même son repos; et de là à trois heures du matin, il n'y a que ce qu'il faut pour le sommeil des malades, celui des agens du service, et le nettoyement des bains. On ne doit compter ce qui reste des vingt-quatre heures que comme une ressource pour les cas extraordinaires, et un moyen de secours pour

les malades qui, n'étant pas soumis à un régime régulier, peuvent s'arranger pour profiter des heures perdues : car ces heures ne pourroient être utilisées pour l'hôpital sans couper le service des repas, doubler le nombre des agens, introduire des désordres nocturnes, et répandre un trouble qui feroit perdre les avantages d'une économie de temps mal entendue.

3°. Le jeu des sources doit être dirigé par les officiers de santé ; et, à cet effet, les tuyaux de versement de ces eaux doivent être à robinets fermans. Ce jeu est fort important, puisqu'il fournit les moyens de varier la température des bains, de régler et presser au besoin le remplissage des cuves et piscines, de pourvoir à la meilleure distribution des secours, et à la propreté de l'établissement.

Rien de tout cela ne peut être obtenu, que les baigneurs, porteurs et autres agens de service des bains ne soient aux ordres, et par conséquent au choix des officiers de santé, qui doivent être libres de les admettre et de les renvoyer.

Les heures que les officiers de santé auront fixées à chacun, ne pourront être ni changées, ni prolongées que de leur avis. L'ancienneté de l'arrivée des malades sera la règle générale de leur ordre dans la possession des heures ;

mais il y sera dérogé autant de fois que l'exigera l'état particulier des malades.

4°. Il est évident, en outre, que les officiers de santé de Baréges et Cauterès doivent être autorisés à ne recevoir que des blessés ou des malades dont les infirmités ne sauroient être traitées ailleurs, et diriger exclusivement les admissions et les sorties, tant pour décharger les eaux de ceux à qui elles ne sont pas nécessaires, que pour écarter des maux légers, quand ils doivent faire place à des infirmités plus graves.

5°. Il est nécessaire qu'il y ait un commissaire des guerres résidant à Baréges faisant en même temps le service de Sauveur, un autre à Cauterès, un troisième à Bagnères. Ces commissaires donneroient force exécutive aux réglemens généraux des hôpitaux, et aux réglemens particuliers des établissemens thermaux.

6°. Ces divers établissemens de santé manqueroient d'un des accessoires les plus essentiels, si les pharmacies étoient dépourvues des plantes précieuses que fournissent les montagnes. Les Hautes-Pyrénées, et spécialement le canton de Baréges, présentent ce qu'il y a de plus efficace et de plus rare en vulnéraires et en simples de toute espèce. Quelques connoissances que l'on

suppose aux apothicaires de nos hôpitaux, leur service ne leur permet nullement de consumer le tems en courses longues, fatiguantes et souvent infructueuses. Il conviendroit d'attacher particulièrement à la pharmacie de Baréges des élèves herborisans, et même d'y former un dépôt général des plantes médicinales des montagnes.

Travaux définitifs.

1o. Il est suffisamment démontré que la plantation des bois est au premier rang des moyens de conservation des montagnes et des établissemens qu'elles renferment. Les plantations que nous avons proposées doivent être *entreprises* en même temps que les établissemens provisoires, parce que les avantages qui en résultent sont tardifs, et qu'on ne sauroit s'en assurer trop tôt la jouissance. Dans presque toutes les régions où il y a des établissemens thermaux, il faut des bois pour leur approvisionnement, pour leur ornement et pour leur salubrité. A Baréges, le besoin est encore plus pressant, car il s'agit de son existence.

C'est du centre du gouvernement que doit partir cette impulsion restauratrice ; il faut que les ouvrages de cette espèce soient exé-

cutés selon un plan général, grandement conçu, et ce doit être le moment où il se fera entre les départemens de la république, un échange fraternel de diverses sortes d'arbres dont la multiplication est importante.

Les plantations seroient entreprises sur-le-champ à Baréges, autour des lieux où se forment les lavanges. Les agens de cette opération détermineroient la circonscription de ces plantations, et la détermination étant approuvée, il seroit procédé par les corps administratifs, soit aux estimations et acquisitions à faire, soit à l'appréciation des indemnités dues aux communautés usagères.

Les semences seroient fournies par les départemens où elles se trouvent, en conséquence des réquisitions que les agens du gouvernement seroient autorisés à faire aux corps administratifs. Les ouvriers seroient rassemblés, soldés, logés, selon le mode proposé ci-dessus.

2°. Quant à la conservation des semis proposés, et des bois existans, l'état ne pouvant prévoir, par des loix générales, tout ce que les lieux exigent de précautions particulières, les corps administratifs seroient chargés d'y pourvoir provisoirement, et de proposer leurs vues, à ce sujet.

La fameuse ordonnance des eaux et forêts est

un grand exemple de l'abus des mesures générales. C'est elle qui, par la coupe réglée, a détruit tous les bois des montages qui y ont été soumis. On ne doit couper qu'en jardinant sur les pentes d'une certaine inclinaison. L'aménagement des bois dans les montagnes est un art nouveau à bien des égards.

3°. On doit sévèrement proscrire dans les montagnes toute espèce de coupe blanche ; quand même on laisseroit un grand nombre de *baliveaux*. Il faut couper par souches, et annuellement, à raison d'une souche par vingt-cinq ou trente, plus ou moins, suivant la nature du bois ; cette quantité même ne doit pas être répartie également. Il faut ménager la forêt dans sa partie supérieure, exposée aux *neiges*, et sur le côté le plus exposé au vent. On ne dégarnira point les dépressions naturelles du terrein, pour éviter qu'il ne s'y forme des ravins ; et l'on retrouvera ces ménagemens sur le centre, sur la partie inférieure et sur le côté le plus abrité, où l'on coupera plus serré.

4°. Une mesure qui dirigeroit la plantation des bois autour des établissemens thermaux, et qui lieroit cette opération avec l'aménagement des sources, seroit la confection de bonnes cartes détaillées des lieux. Il faudroit ordonner que ces cartes fussent levées sur une échelle de

vingt lignes pour cent toises. Cette proportion suffit à la désignation des plus petits objets, et l'on en profiteroit pour indiquer exactement la direction et la nature des bandes de rochers qui se montrent à découvert. Après avoir prouvé combien les connoissances lithologiques importoient à la recherche des sources, nous sommes dispensés d'entrer dans de nouveaux détails sur l'utilité d'un pareil travail.

La situation particulière de Baréges, exige que sa carte embrasse toute sa vallée, c'est-à-dire toutes les pentes qui versent leurs eaux dans le Bastan. Telles sont les singularités de cette vallée, qu'on ne sauroit faire à l'histoire naturelle un plus beau présent qu'une pareille carte.

A Sauveur, ce travail peut être réduit à trois cents toises de rayon.

A Cauterès, il faut prendre la longueur de la vallée depuis Pierrefite jusqu'au port d'Espagne, et en largeur les deux versans des eaux.

A Bagnères, il est nécessaire d'embrasser la vallée de Campan jusqu'au bassin de Pailhole, et les vallons latéraux qui s'élèvent sur les bases du pic du midi jusqu'au Tourmalet.

5°. L'analyse des eaux minérales doit marcher de pair avec ces travaux. Non-seulement il conviendroit d'entreprendre celles que nous

avons indiquées, mais pour généraliser cet important travail, il nous paroîtroit conforme aux grandes vues qui président actuellement aux établissemens nationaux, que les corps administratifs de la république fussent chargés d'envoyer au comité de salut public l'état de toutes les sources minérales qui se trouvent dans leur arrondissement, avec les éclaircissemens qu'il seroit en leur pouvoir de donner sur la nature, la chaleur, le volume de ces eaux, et l'état de leur établissement, s'il y en a de formés.

6°. L'exécution des monumens thermaux, hôpitaux permanens et autres édifices proposés, doit être organisée comme les entreprises majeures. Quelques grands que puissent être les plans auxquels on s'arrêteroit, l'exécution manqueroit toujours de grandeur, si elle ne recevoit son impulsion de la main du gouvernement. Les travaux seront donc dirigés, poursuivis, surveillés sous son autorité directe, par tels artistes et savans qui seront jugés dignes d'y coopérer. Les administrations locales concourront à l'exécution par les moyens que la loi leur confère pour l'achat, le transport des matériaux, la police et la comptabilité qui, nous le répétons, ne sauroit être trop séparée des opérations des sciences et des arts, tant pour l'économie que pour l'ordre et la netteté des

dépenses. Les mesures révolutionnaires pour la réquisition des personnes et des matières fourniront tous les moyens de célérité ; ce sont des mesures semblables qui ont toujours donné aux peuples, qui conquéroient leur liberté ; ce degré de puissance, qui a produit, dans l'intérieur, des travaux aussi mémorables que les victoires qui ont assuré leur indépendance ; et à nulle autre époque de leur existence politique, les nations libres n'ont été capables des efforts qui ont signalé celle de leur révolution.

CONCLUSION.

Baréges avoit un hôpital de soixante lits ; voilà tout ce que l'ancien régime a laissé de lui dans les Hautes-Pyrénées, pour le soulagement des défenseurs de la patrie. Les secours pouvoient s'étendre à trois cents malades, en les dispersant dans les maisons particulières : c'est en cet état que nous avons trouvé les choses.

Douze cents blessés traités par jour, et par an huit mille hommes au moins soulagés ; tel est le résultat de nos spéculations sur Baréges, Sauveur et Cauterès. Huit à neuf cent mille livres d'avance en constructions provisoires et en acquisitions qui préparent des établissemens définitifs ; telles sont les dépenses. Enfin, des améliorations qui doubleront pour le moins ces secours ; un établissement à Bagnères d'où résultera le traitement journalier de douze à quinze cents malades ; par-tout des monumens dignes de leur usage et de la nation qui les fonde : tel est le dernier terme de nos projets.

Nous présenterons avec confiance ce tableau aux représentans d'un peuple libre ; nous leur dirons: vos desirs seront remplis. Une nation juste veut pourvoir au soulagement de ses défenseurs ; la nature a fait les fonds, le zèle et les arts les appliqueront à leur destination. Une nation

puissante veut que le soulagement soit prompt ; en trois mois, nous tireronsdu néant des établissemens provisoires, tellement propres à remplir leur objet, que si les établissemens permanens, qui doivent leur succéder, ne les excédoient pas en utilité comme en étendue, ils seroient moins un nouveau témoignage de la sollicitude nationale, qu'une preuve de sa munificence. Une nation qui travaille pour sa postérité veut lui transmettre des monumens de sa grandeur, aussi durables que les fruits de sa vertu : le granit et le marbre vont se façonner et s'asseoir sur des rochers inébranlables ; les torrens tempéreront leur fougue ; les lavanges demeureront immobiles ; une nature sauvage s'adoucira : ...... en faisant alliance avec des hommes libres, elle s'embellira de leurs travaux, et les payera de leur sûreté.

Mais ces victoires, si dignes d'une nation éclairée et sage, ne s'arrêteront pas là ; elle poursuivra les glorieuses conquêtes de la régénération publique ; son regard, fixé aujourd'hui sur ces montagnes, y dissipera les ténèbres, qui dans toutes les sociétés fuient aux extrémités, les lumières qui éclatent au centre. Ces lieux reculés recèlent un peuple pasteur, sans troupeaux, actif sans industrie, économe sans aisance, répandu sur une terre qu'il semble moins posséder que parcourir. On peut le relever

promptement de dix siècles d'oppression et de misère. Le seul ascendant de la liberté lui rendroit sans doute l'industrie et la prospérité ; mais il faut presser l'influence des bonnes loix. Que la guerre en ouvrant des routes à ses bataillons, prépare les paisibles sentiers du commerce ! Que les communications se perfectionnent et se multiplient ! Que les rives des torrens se joignent par ces ponts rustiques, dont la construction est un enseignement, et l'existence un exemple ! Que les établissemens destinés au soulagement de nos défenseurs fassent renaître autour d'eux les forêts, et apprennent à soumettre les élémens à la domination de l'homme ; que le bétail se multiplie par l'effet des bons réglemens que sollicite la consommation qui en est faite ; que le salpêtre qui doit consumer les trônes soit préparé sous ces respectables édifices pastoraux que défend le canon de la république, et que les Pyrénées rivalisent enfin en production cette heureuse partie des Alpes, où règne, dans sa simple majesté, un peuple démocrate...... Une fois que la main, qui terrasse les tyrans, s'est étendue sur ces contrées, elle ne se retirera pas qu'elle n'ait dompté l'ignorance des vraies sources de la prospérité, qui est la dernière et la plus opiniâtre des tyrannies.

PRÉCIS

PRÉCIS DES OBSERVATIONS

Sur les moyens d'utiliser les eaux thermales des Pyrénées à la guérison des blessures des défenseurs de la République.

L'efficacité des bains et douches de Baréges pour la guérison des blessures, est constatée par l'expérience. On y voit tous les jours des militaires douloureusement perclus, qui n'avoient pu y aborder qu'en litière, ou péniblement supportés par des béquilles, en partir vigoureux et dispos, versant des larmes de reconnoissance et de joie sur les secours qu'ils ont reçus de ces eaux salutaires, par les soins de la patrie.

Les sources de Baréges sont peu considérables ; le meilleur aménagement de leur produit peut à peine suffire au traitement journalier de quatre cents blessés ; mais heureusement, les sources de Sauveur et celles des environs de Cauterès, qui sont constituées des mêmes principes, produisent de semblables effets, et donnent les espérances les mieux fondées d'en soulager à-la-fois un plus grand nombre.

Ce nombre peut s'accroître dans la proportion des travaux de recherche et d'améliora-

tion qui seront exécutés, et il peut s'élever jusqu'à la concurrence du traitement de huit mille blessés par an.

Les eaux de Bagnères-Adour sont plus chaudes et plus abondantes que celles de Baréges et de Cauterès ensemble ; elles ont des propriétés différentes. A Baréges ou Cauterès, les bains et douches sont la base du traitement ; mais à Bagnères, ils n'en sont qu'un accessoire.

Les établissemens thermaux qui subsistent à Baréges, se ressentent de la nonchalence et de la corruption de notre ancien gouvernement royal, et l'état de barbarie où ceux de Bagnères, Sauveur et Cauterès sont restés, est tel qu'ils ne peuvent rendre aucun service. Ce sont partout des cloaques obscurs et infects.

Les monumens à élever autour des sources minérales auront ce double avantage, qu'après avoir tiré leur illustration des services rendus aux défenseurs de la patrie, ils deviendront pour la République une source de richesse et de prospérité, lorsque la glorieuse paix de la liberté les ouvrira au concours des citoyens et des étrangers.

On ne sauroit trop se hâter de faire jouir nos braves défenseurs des secours que les eaux thermales peuvent leur procurer. Les établissemens à former sont de deux sortes : nous

les divisons en édifices provisoires, et en monumens durables.

Il a fallu compter avec une situation rébelle et sauvage, avant que d'oser proposer l'exécution d'aucune espèce d'ouvrages, dans des lieux âpres et difficiles, où les formes changent sans cesse.

Cette situation exige qu'on entreprenne incessamment des ouvrages considérables de préservation, qui sont plus pressans, plus difficiles et plus dispendieux que tous ceux qui se rapportent à la construction des édifices provisoires ou permanens. Le succès en est assuré : l'exécution demande plus de soin et de constance que d'efforts : l'acquisition des terreins absorbe la plus forte partie de la dépense.

Les établissemens provisoires peuvent être tirés du néant, et mis en tout état de service pour l'époque de la prochaine saison des eaux ; les détails de leur disposition et les moyens d'exécution sont développés au mémoire qui accompagne les plans.

Les monumens durables exigent des recherches plus approfondies ; l'on s'abuseroit étrangement, si l'on y transportoit les formes et les méthodes routinières d'une architecture vulgaire, et rien n'en éclairera mieux la composition, que le succès ou les inconvéniens qui

se déclareront dans la construction et l'emploi des ouvrages provisoires.

On détournera les lavanges qui désolent Baréges, en fixant, par des plantations, les neiges qui le dominent. L'ancien gouvernement s'en étoit occupé; mais on n'avoit pas pris le travail assez haut, d'ailleurs on avoit semé du chêne dans les régions qui appartiennent aux pins, et du hêtre dans les situations qui conviennent au citise, et rien n'avoit réussi.

L'exécution de tous ces genres de travaux exige le concours d'un nombre infini de connoissances; il y faut sur-tout la surveillance continuelle, et l'action immédiate de quelque naturaliste des plus instruits dans la connoissance de ces montagnes et de leurs phénomènes, dans l'art de créer et conserver les forêts tutélaires, et de gouverner les torrens. Il ne faut pas se dissimuler que l'aménagement des eaux thermales de ces contrées présente des difficultés si multipliées, si profondes, mais en même tems si peu apparentes, que nulle construction ne fut jamais plus délicate.

Le mémoire qui accompagne les plans, contient toutes les observations que l'étude des montagnes, la chimie et la lithologie moderne nous ont mis à portée de faire dans les Pyrénées. Nous avons maintenant quelques moyens

de pénétrer le mystère de la formation des eaux thermales ; et l'on peut présumer le cours souterrain de ces sources par le seul examen de la composition et de la direction des roches qui annoncent l'existence des filons qui les minéralisent.

Il nous reste à indiquer plus particulièrement les établissemens qu'il convient de former, et à proposer quelques moyens de parvenir à la prompte exécution de tous les genres de travaux dont on vient de parler.

Les sources minérales de Baréges, Sauveur, Bagnères-Adour, et toutes celles des environs de Cauterès, doivent être recherchées avec intelligence, et recueillies avec soin, pour être utilisées à la guérison des blessures des défenseurs de la république et au soulagement de l'humanité souffrante.

Il doit y être construit des monumens thermaux appropriés à l'usage dont les sources sont susceptibles, et d'une étendue relative au volume d'eau qu'elles produisent.

On élevera dans les mêmes lieux et en même temps des hôpitaux dont les distributions seront proportionnées au nombre des malades dont les sources peuvent entretenir le traitement.

Ces édifices seront entourés de jardins et de magnifiques promenades.

L'ordonnance de ces monumens de la sollicitude nationale et de la piété publique doit être digne à-la-fois de l'objet qui les commande, de l'éclat des temps qui les verront naître, et de la nation qui les fonde.

Toutes celles de ces sources minérales qui ont été aliénées, ou qui appartiennent à des particuliers, doivent être déclarées, dès cet instant, et demeurer propriétés nationales, sauf les indemnités légitimes envers ceux qui les possèdent.

Les bâtimens et terreins situés dans la circonscription des édifices projetés, tous les terreins dont l'irrigation peut occasionner l'altération ou le refroidissement des eaux minérales, et tous les héritages ou terreins communaux sur lesquels il faut ouvrir des communications, établir des ouvrages d'art, créer ou étendre des forêts tutélaires, tant pour favoriser l'exécution des bains et des hôpitaux projetes, que pour préserver ces établissemens de la chûte des lavanges et de l'irruption des torrens, doivent être acquis au nom et pour le compte de la république.

Il faudroit que ces acquisitions fussent définitivement consommées avant le premier floréal prochain, d'après les indications des projets qui seroient arrêtés par le comité des travaux

publics, et sur le procès-verbal d'estimation qui seroit dressé sur les lieux par une commission spécialement chargée de ce travail.

Pour éviter toute difficulté, toute lenteur, ne pourroit-on pas statuer que la transmission de propriété auroit tout son effet du jour même de la clôture du procès-verbal d'estimation ? en observant toutefois de laisser le prix des fonds en dépôt à la trésorerie nationale, d'où ils ne seroient délivrés à chacune des parties prenantes que sur les certificats de l'administration du département des Hautes-Pyrénées, qui attesteroient la vérification des titres des vendeurs, la levée de toute opposition à la délivrance des deniers, et les jugemens rendus sur les propriétés indivises ou litigieuses.

Pour faire jouir promptement les défenseurs de la république des secours de ces eaux minérales, il doit être formé des établissemens provisoires qui seroient organisés avec toute la célérité possible, et de telle sorte, que, dès le 15 floréal prochain, les militaires puissent y trouver tous les secours que la patrie s'empresse de leur prodiguer, et qu'ils ont droit d'attendre d'elle.

On s'occuperoit ensuite de l'exécution des ouvrages d'art, de l'extension et de la création des forêts qui doivent préserver quelques-uns

des lieux où sont situées les sources minérales de la chûte des lavanges et des irruptions des torrens.

La commission des travaux publics seroit chargée de prendre toutes les mesures qui peuvent déterminer la perfection, accélérer la construction, et assurer le succès, la conservation et l'entretien de ces précieux établissemens.

Il seroit encore nécessaire de déterminer que pour exciter plus particuliérement le zèle des naturalistes et des savans à porter le tribut de leurs connoissances sur ces objets importans, et pour leur en faciliter les moyens, tous les plans, profils et mémoires qui s'y rapportent, seroient incessamment rendus publics par la voie de la gravure et de l'impression.

EXPLICATION DE LA PREMIÈRE PLANCHE.

PLAN DE BARÉGES,

RELATIF AUX PROJETS D'UN MONUMENT THERMAL ET D'UN HOPITAL.

A. ANCIEN bâtiment où sont situés les bains actuels, et sous lequel surgissent les quatre principales sources minérales.

B. Casernes, magasins et ancien hôpital.

C. Piscines souterraines, construites en 1782.

D. Bain de la Fraternité, dont la source est plus haut sous l'hôpital.

E. Bain de la Grotte, dont la source surgit sous la maison Vergès, y attenant.

F. Source minérale qui se montre au rocher derrière la boucherie ; cette source n'est pas recueillie.

G. Ancienne digue basse, dite de Louvois, qui défend le haut Baréges contre les irruptions du torrent de Bastan.

H. Digue haute, dite de la Madeleine,

anciennement construite pour arrêter les pierres roulantes, qui s'écroulent, de temps à autre, de la montagne.

I. Hôpital projeté pour quatre cents malades, sur le seul emplacement à portée des sources, qui soit à l'abri du torrent, des lavanges et des éboulemens.

Cet emplacement ne pourra être obtenu qu'en escarpant les rochers vifs de marbre blanc, feuilleté et à couches redressées, qui se trouvent en cette partie; le déblai sera considérable: la crête en est marquée sur le plan derrière l'hôpital; on y a pareillement tracé les canaux de dérivation qui doivent amener l'eau nécessaire pour la salubrité et le service de l'hôpital.

K. Monument thermal projeté, et dont l'étendue et la situation sont impérieusement déterminées par les circonstances locales.

L. M. N. Communication projetée entre le nouvel hôpital et les bains.

O. Partie de prés d'une étendue de neuf arpens, ou environ, bordés d'un côté par le torrent, et circonscrits de l'autre par des rochers escarpés: on propose d'y établir des jardins clos et des bosquets à l'usage de l'hôpital.

P. Q. R. S. Terrein à déblayer au-dessous

et en avant du monument thermal. Ce terrein est actuellement couvert de mauvaises barraques, périodiquement emportées par les lavanges.

T. Terreins innondés par les irrigations naturelles et artificielles, qui atteignent et refroidissent les eaux thermales.

U. V. Digue et massifs urgents à construire, en continuation de l'ancienne digue de Louvois, pour protéger les bains et le Bas-Baréges.

X. Maisons nuisibles aux sources, et situées hors de l'enceinte déterminée pour l'hôpital provisoire : il convient d'y placer la direction et les magasins de cet hôpital.

Y. Z. &. Circonscription des maisons qui sont situées sur les sources minérales, et qui s'opposent à l'exécution de toute espèce de travaux pour la recherche, la conservation et l'aménagement des eaux.

Ces maisons devront être détruites, mais pour le présent il convient de les réunir par des arceaux et des galeries de communication, pour les ajuster en hôpital provisoire, commode et fermé, en attendant la construction de l'hôpital projeté ; construction qui devra précéder celle du monument thermal. Ces maisons sont distinguées sur le plan par un fond sablé ; celles qui peuvent être conservées sont couvertes

par de fortes hachures ; les barraques périodiquement emportées par les lavanges sont marquées de deux traits qui se croisent diagonalement : et enfin les édifices ou autres ouvrages projetés sont désignés par de légères hachures en sens contraire des précédentes.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

PLAN D'UN MONUMENT THERMAL

ASSUJETTI A LA SITUATION DE BARÉGES.

A. PÉRISTYLE communiquant aux salles de bains et aux piscines.

B. Grande salle de réunion, dans laquelle se trouvent des foyers, des étuves et des fontaines d'eau minérale pour la boisson.

C. Salles de bains, devant contenir chacune trois baignoires.

D. Salle des douches, servant aussi pour les bains de vapeurs.

Toutes ces salles seront éclairées par le haut, parce que l'édifice doit être souterrein, ou seulement à fleur de terre, pour ne donner aucune prise aux lavanges qui ravagent Barèges pendant l'hiver.

E. Piscine de vingt-quatre places, pour les hommes.

F. Piscines de vingt-quatre places pour les femmes.

G. Etuves et foyers.

H. Cour inférieure, ménagée pour assécher le sol des salles.

I. Rampe descendante de l'extrémité supérieure de la rue du Bas-Baréges.

K. Aqueduc venant de l'ancienne prise d'eau de la source dite la Républicaine, autrefois désignée sous le nom de Tambour.

L. Aqueduc semblable venant de la source dite la nationale, ci-devant la royale.

M. Aqueduc de la source de la Montagne, ci-devant du Fond.

N. Aqueduc de la source de l'Égalité, ci-devant de l'Entrée.

O. Aqueduc des sources réunies de la Grotte et de la Fraternité, ci-devant de la Chapelle et de l'Hôpital.

P. Aqueduc des sources de Polar.

Il ne faut rien déranger aux anciennes prises d'eau des sources de Polar, la Montagne, Nationale et Républicaine; ces quatre sources ayant été, dans l'origine, captées dans des tubes environnés de maçonnerie, dans lesquels on les a forcées de remonter de neuf pieds sur elles-mêmes; le moindre

dérangement en ces parties pourroit en éventer les siphons, et faire extravaser les eaux sous les tubes, de telle sorte qu'il deviendroit à-peu-près impossible de les capter de nouveau. On ne sauroit donc être trop circonspect pour les fouilles à faire aux environs des prises d'eau, et, dans aucun cas, les fouilles ne devront être descendues aussi bas que le fond des anciennes piscines.

Q. Aqueduc communiquant à une retenue d'eau froide dérivée du torrent de Bastan, pour innonder, nétoyer et laver à volonté, les aqueducs et les réservoirs, les bains, les salles, et les piscines.

Cette opération nécessaire, mais difficile dans ces sortes d'établissemens, s'exécuteroit ici de la manière la plus complette, et avec une extrême facilité, en quelques minutes de temps.

R. Passages et rampes qui aboutissent au corridor d'enceinte dans lequel sont placés les réservoirs.

S. Bassin qui reçoit les eaux de trop-plein, de tous les réservoirs particuliers des sources, et qui les dégorge dans les réservoirs supérieurs *T*, des piscines.

Ce bassin fait en même temps l'office d'une rigole, au moyen de laquelle toutes les eaux de trop plein circulent librement au pourtour de l'édifice, en passant par des pertuis pratiqués sous les conduits qui apportent les eaux des sources dans leurs réser-

voirs respectifs, elles aboutissent directement aux piscines, par les puisards X, et communiquent, par des tuyaux, à toutes les baignoires où on les employe à volonté, soit pour échauffer ou tempérer les eaux de chaque source, soit pour suppléer à l'insuffisance des sources les moins abondantes.

T. Réservoirs supérieurs des piscines, dont le trop plein s'épanche dans de semblables réservoirs qui sont ménagés immédiatement au-dessous de ceux-ci.

Les réservoirs inférieurs sont en outre entretenus par les eaux qui s'écoulent des douches, et par celles de vidange des bains. Le besoin de tirer tout le parti possible du foible produit des sources de Baréges, pour en faire l'application au traitement d'un plus grand nombre de malades, détermine à en utiliser les eaux à deux emplois successifs ; d'abord dans les bains particuliers et ensuite dans des piscines communes. Ce genre de service, qui d'ailleurs est consacré par l'usage, n'a jusqu'ici démontré aucun inconvénient dans la pratique ; il donne les moyens de traiter quatre cents malades, au lieu de soixante ; on a même observé que les eaux des piscines agissoient avec plus d'efficacité que celles des bains particuliers, apparemment parce qu'elles y sont employées sous un volume plus considérable.

U. Cases vides dont le fond est maintenu un peu plus bas que celui de la rigole générale des eaux de trop-plein, et ces cases sont

ménagés

menagées pour que l'on puisse placer à découvert les tuyaux qui conduisent les eaux des réservoirs dans les baignoires.

Il y a de grands avantages a débarrasser les tuyaux de conduite de toute espèce de scellement ; cela donne la facilité de les reparer , et même de les renouveller à volonté sans rien endommager.

C'est aussi dans ces cases vides que débouchent les soupapes de fond des réservoirs particuliers des sources , et de la rigole générale de trop plein : toutes ces eaux et celles qui pourroient s'épancher dans ces cases s'écoulent à volonté par des pertuis qui les versent dans la rigole inférieure de l'aqueduc de fuite *Y*.

V. Banquette qui divise entre eux les réservoirs, le bassin ou rigole de trop plein, et les cases vides *U*.

Le dessus de cette banquette et celui des retraites, menagées au pourtour du corridor d'enceinte, sont de niveau et a même hauteur; ce nivean affleure à trois pouces au-dessus de la superficie des eaux dans les réservoirs. Ces banquettes et retraites sont ainsi disposées de manière à supporter un couchis uniforme de pierres plattes posées jointives, à recouvrement et sans mortier. Ces pierres ferment les réservoirs, précaution nécessaire pour conserver la chaleur des eaux et les gaz; elles forment un carelage qui donne le moyen de parcourir commodément les corridors qui entourent l'édifice, et il est facile de les soulever ou déplacer momentanément, tant pour

disposer les manœuvres qu'exigent le service des eaux, que pour exécuter des réparations nécessaires aux tuyanx de conduite et aux réservoirs.

X. Puisards par où les eaux de la rigole de trop plein et celles des réservoirs supérieurs et inférieurs communiquent aux piscines.

Y. Aqueduc construit sous les salles et dans lequel seront établies deux rigoles ; l'une pour recueillir les eaux de vidange, des bains et douches, et les porter aux réservoirs inférieurs des piscines ; et l'autre pour le vidange de fond des mêmes eaux et de celles de tous les réservoirs lorsque l'on voudra les détourner en tout en partie des piscines et les jeter au-dehors.

La première de ces rigoles devra être établie à dix-huit pouces ou quarante-neuf centimètres au-dessous du fond des caves de baignoires, pour que les eaux perdant très-peu de chûte dans leur trajet vers les réservoirs inférieurs, ces réservoirs et les piscines qui en dépendent soient maintenus le plus haut qu'il sera possible, afin d'éviter d'approfondir les fouilles de construction aux abords des sources.

La seconde rigole sera formée par les revers du pavé de l'aqueduc inférieur ; elle aboutira dans les canaux de fuite des eanx de vidange des piscines.

Z. Aqueduc des eaux de vidange des piscines ou se dégorgeet aussi les rigoles de vidange de fond des bains et douches.

&. Aqueduc de fuite définitive de toutes les eaux.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

PROJET D'UN MONUMENT THERMAL

POUR BARÉGES.

Élévation et Coupe en travers des Piscines.

A. Péristile circulaire extérieur.

B. Porte d'entrée de la salle de réunion.

C. Porte des salles de bain.

D. Coupe de la piscine pour les hommes.

E. Coupe d'une semblable piscine pour les femmes.

F. Extrémité du bassin qui reçoit toutes les eaux provenant du trop plein des réservoirs particuliers des sources.

G. Puisards pour la communication des réservoirs supérieurs et inférieurs avec les piscines.

H. Pierres de recouvrement des bassins su-

portées par la banquette et les retraites. Ces pierres composent ensemble le couchis ou carrelage du corridor d'enceinte.

I. Pertuis pour l'écoulement des eaux qui viennent de l'extérieur.

K. Aqueduc de vidange de fond des piscines.

L. Abouts de l'aqueduc circulaire de vidange de fond, des douches, des bains et des réservoirs.

M. Aqueduc de fuite définitive des eaux.

L'édifice doit être maintenu fort bas pour qu'il ne donne aucune prise aux lavanges ; on ne doit rien sacrifier aux formes dans une situation aussi périlleuse que l'est celle de Baréges, et *c'est par cette* raison qu'il règne une extrême sévérité dans l'ordonnance du monument projeté ; ces considérations détermineront peut-être, lors de l'exécution, à perdre beaucoup de la hauteur que l'on donne ici aux pieds droits, et à ne conserver que huit pieds de hauteur sous clef sous les voûtes les plus élevées.

Coupe sur la longueur.

N. Partie du péristile circulaire extérieur.

O. Pavillon de piscine.

P. Salle de réunion, fontaine de boisson et portes des étuves.

Q. Salle des douches et des bains de vapeurs.

Les degrés y sont ménagés pour obtenir la plus grande chûte de douches qu'il est possible ; en conservant toutefois le service des piscines, qui sont principalement entretenues par les eaux qui proviennent des douches.

R. Corridor d'enceinte avec l'escalier qui y conduit, et la section du canal qui reçoit toutes les eaux de trop plein des réservoirs particuliers.

S. Aqueduc par lequel arrivent les eaux de la réserve dérivée du torrent de Bastan, pour innonder, nétoyer et laver à volonté les aqueducs, les réservoirs, les bassins, rigoles, etc.

T. Partie de la rigole qui conduit les eaux de vidange de la douche et des bains aux réservoirs inférieurs des piscines.

U. Rigole inférieure pour l'écoulement des eaux de vidange de fond.

V. Jours pris par le haut : ces jours seront fermés par de forts tampons de charpente en hiver, et par des vitraux en été.

X. Extrémité supérieure de la rue du bas Baréges.

Y. Massif de la rampe qui descend de la rue dans la cour.

Z. Extrémité de l'aqueduc de vidange de fond de piscines.

&. Aqueduc de fuite définitive de toutes les eaux.

Non-seulement il est indispensable d'enterrer l'édifice, pour qu'il ne soit pas emporté par les lavanges; mais il faut encore préserver les voûtes de l'ébranlement qu'y occasionneroient les blocs roulans qui s'échappent de temps à autre des montagnes voisines. Il faut de plus garantir les constructions des atteintes de l'humidité qui vient de l'extérieur. On amortira suffisamment les blocs accidentels, en recouvrant les voûtes d'une couche de terre glaise de trois ou quatre pieds d'épaisseur, sur laquelle on établira le pavé de la plateforme supérieure.

On pourroit envelopper toute la maçonnerie derrière les paremens et sur les voûtes avec une couche de trois à quatre pouces d'épaisseur, d'un bitume connu sous le nom de Pisasphalte du Puy-de-Dôme, qui se trouve abondamment au Puy de la Pége, aux environs de Clermont : ce bitume est entièrement imperméable à l'eau, et ne se détruit pas sous terre; il est souple, et d'ailleurs la température entretenue par la chaleur des sources, empêcheroit qu'il ne s'y formât des gerçures. Il ne se fond qu'au bain Marie, et ne se soude pas facilement. Mais nous ne serions pas effrayé de l'idée d'en dissoudre à-la-fois toute la quantité nécessaire dans de vastes fourneaux, et de couler cette enveloppe d'un seul jet.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

PROJET D'UN MONUMENT THERMAL,

POUR BARÉGES.

Coupe développée de la partie circulaire.

A. Salle de réunion et coupe des fontaines de boisson.

B. Salle de bain.

C. Section d'une piscine par le travers.

D. Cases dans lesquelles les tuyaux de conduite qui aboutissent aux baignoires peuvent être placés à découvert.

E. Réservoir supérieur des piscines.

F. Réservoir inférieur des piscines.

G. Portion de la rigole supérieure qui recueille les eaux de vidange, et les conduit aux réservoirs inférieurs des piscines.

H. Section de la même rigole pour la partie

qui amène les eaux venant du rejet des douches.

I. Rigole inférieure pour l'écoulement définitif des eaux de vidange de fond des douches, bains et réservoirs.

K. Jours pris par le haut.

L. Fontaines d'eau minérale pour la boisson.

M. Pertuis pour l'écoulement des eaux qui s'épanchent dans les cases où sont placés les tuyaux de conduite.

Salle de bain.

N. Partie du péristile circulaire extérieur.

O. Salle de bain, vue par le travers.

P. Corridor d'enceinte.

Q. Coupe d'un des réservoirs particuliers des sources.

R. Aqueduc par lequel arrivent les eaux de la source.

S. Coupe, par le travers, du bassin qui reçoit les eaux de trop plein des réservoirs particuliers.

T. Rigole supérieure qui recueille les eaux de vidange, et les conduit aux réservoirs inférieurs des piscines.

U. Rigole inférieure pour le vidange de fond des eaux des bains et douches.

Salle de douche.

V. Intérieur de la salle de douche pris en face du passage qui monte au corridor d'enceinte.

X. Corridor d'enceinte qui contient les réservoirs particuliers des sources, et la rigole générale des eaux de trop-plein.

Y. Réservoir particulier pour les sources appropriées à l'usage des douches.

Z. Aqueduc par lequel les eaux arrivent de la source au réservoir.

&. Banquette qui sépare les bassins et pierres de recouvrement qui servent en même-temps de carellement pour parcourir le corridor d'enceinte.

L'édifice des bains devant être entrecoupé d'un grand nombre d'aqueducs, de rigoles, de puisards, de pertuis et de réservoirs ; il conviendroit pour une plus grande solidité que toute la maçonnerie fût imperméable à l'eau, et c'est ce qu'on obtiendroit facilement si on employoit au lieu de sable dans la composition des mortiers une terre volcanisée des environs de Naples, connue sous le nom de Pouzzolane ; les constructions acquerreroient, par ce moyen, cette extrême solidité qui doit être un des caractères distinctifs des monumens de ce genre.

Observation.

OBSERVATION.

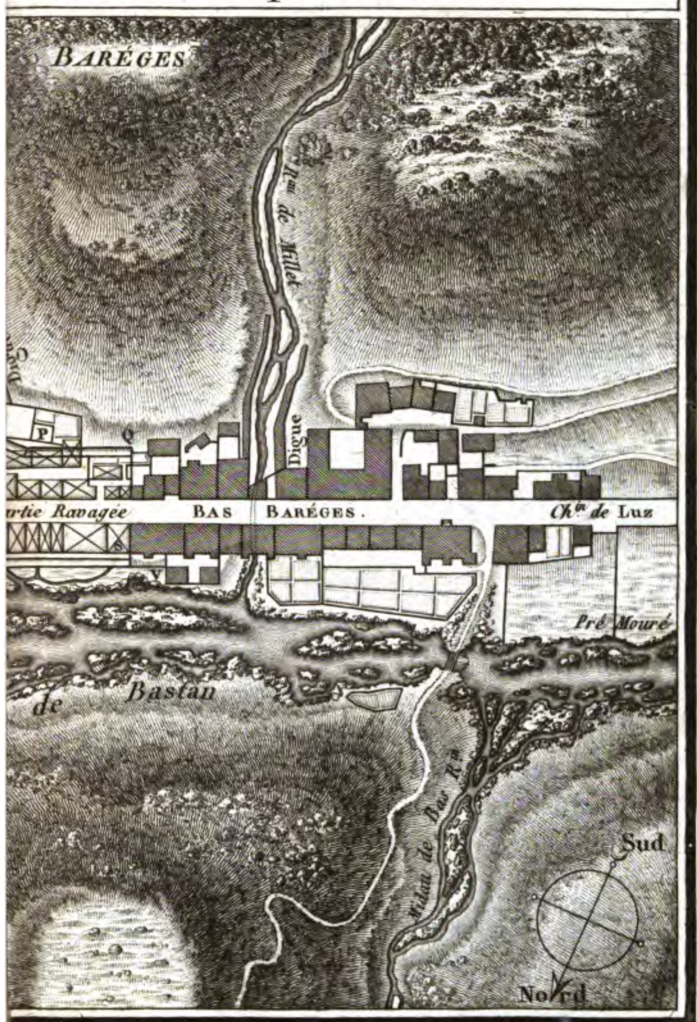
Les plans de Bagnères, Sauveur, Cauterès et de la Raillere ont été levés dans le plus grand détail ; on y a joint tous les profils nécessaires pour déterminer la situation et les formes des édifices que l'on doit y construire ; le projet du monument thermal de Barèges est le plus compliqué, c'est celui qui présente le plus de difficulté, et l'esquisse que l'on en a joint à ce mémoire, ne doit être considérée que comme un programme raisonné de ce qu'il convient d'y faire.

FIN.

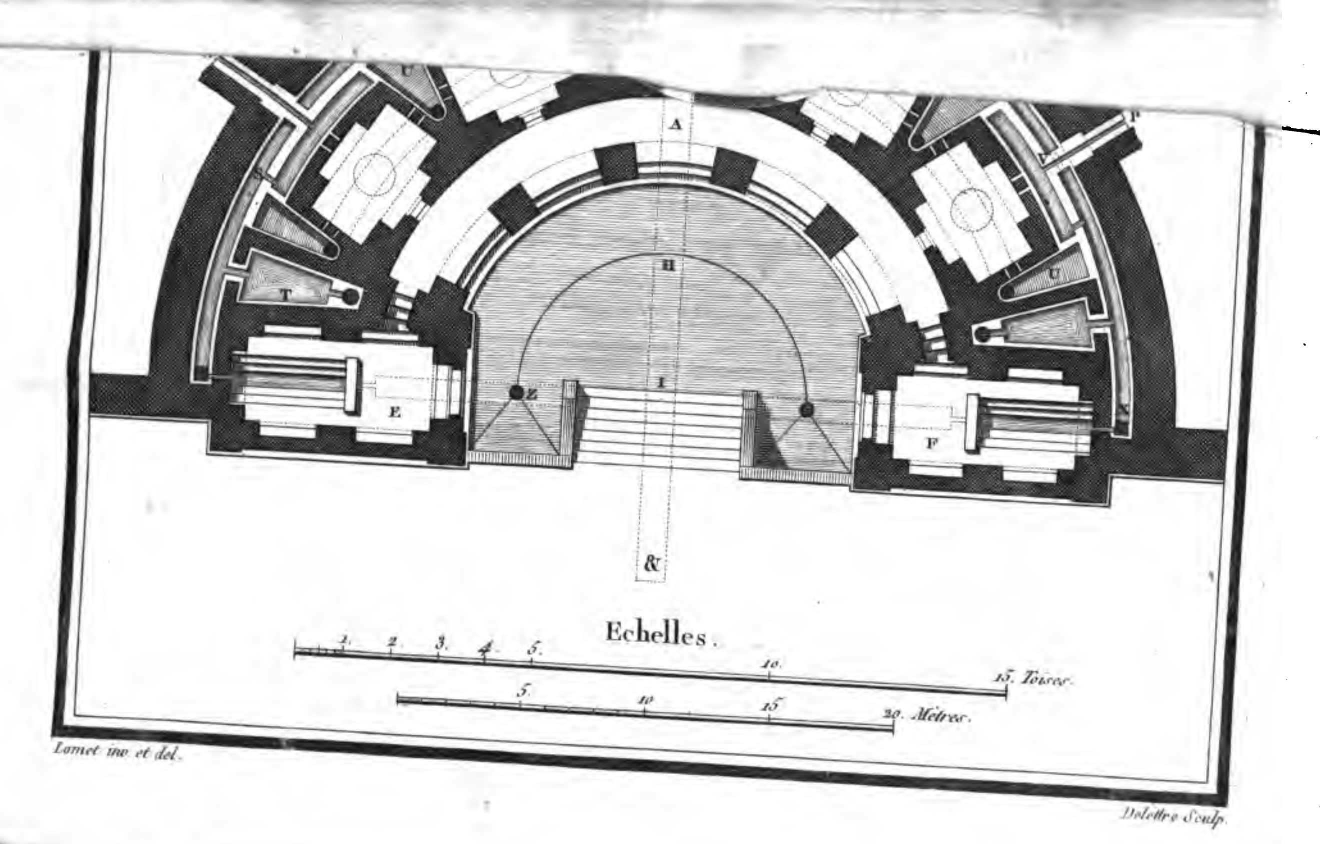
Planche I.

GES

rmal et d'un Hopital.

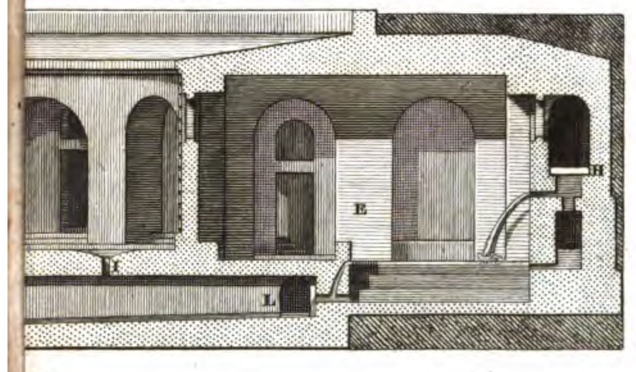


P.F. Tardieu Sculp.

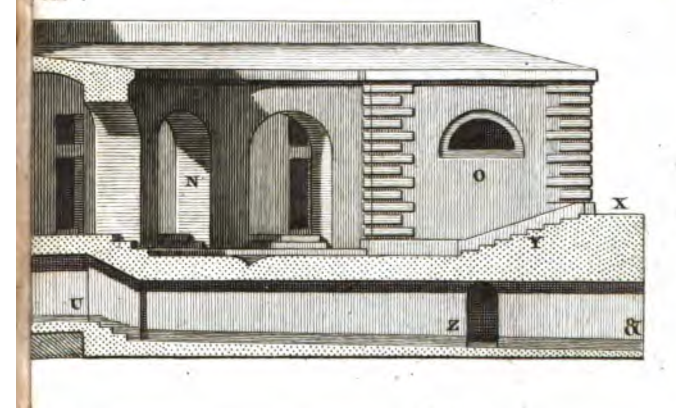

A
H
I
&
E
F
T
U
Z
Echelles.
1. 2. 3. 4. 5. 10. 15. Toises.
5. 10 15 20. Mètres.
Lomet inv et del.
Delettre Sculp.

É POUR BARÉGES.

des Piscines.



eur.



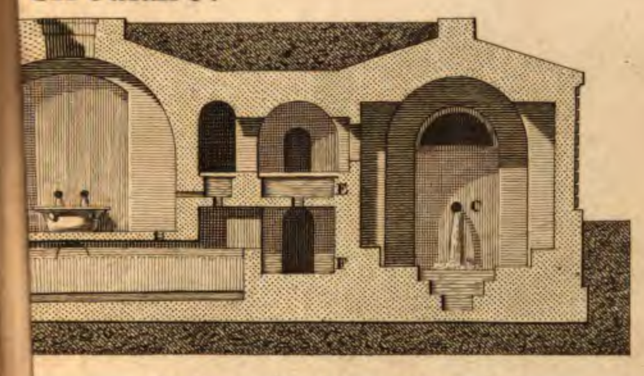
10 15 Toises.

20 Mètres.

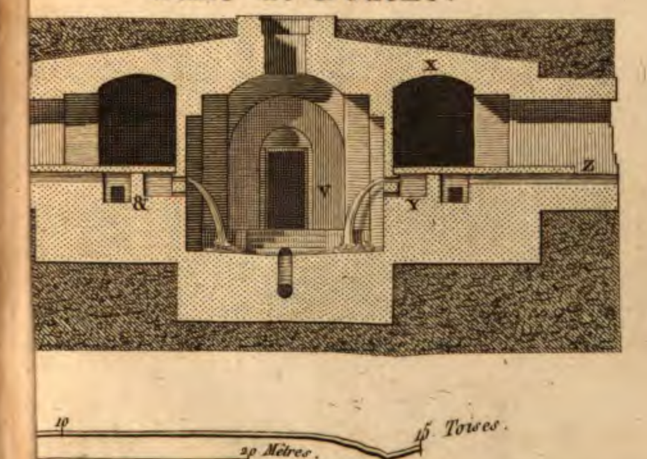
Delettre Sculp.

POUR BARÉGES.

circulaire.



Salle de Douche.



10 — 15. Toises.
20 Mètres.

Delettre sculp.

ERRATA.

Titre, ligne 10. Utiliser — *lisez* : approprier.

Page 4, lignes 14, 15. Situation exigeant — *lisez* : situation d'ailleurs exigeant.

Page 8, ligne 15. En les utilisant ; — *lisez* : en les faisant servir.

Page 12, lignes 8, 9. Édifices, et de fouilles d'irrigations ; — *lisez* : édifices, de fouilles d'irrigations.

Page 35, lignes 20, 21 ; — *effacez* : où les formes changent sans cessse.

Page 39, ligne 22. Utilisées ; — *lisez* : consacrées.

Page 49, ligne 4. Nous sommes au reste ; — *lisez* : nous sommes donc.

Page 54, ligne 29. Le mont Tourmalet ; — *effacez* mont.

Page 57, ligne 2. Contenir ces travaux ; — *lisez* : contenir les travaux.

Page 65, ligne 9. Ni de ventouses ; — *effacez* de

Page 71, ligne 11. Nul proportion ; — *lisez* : nulle.

Page 74, ligne 21. Illustrent ; — *lisez* : illustre.

Page 75, ligne 2. Construites, pour ; — *lisez* : construites pour.

Page 79, ligne 26. Ne s'en mêle ; — *lisez* : ne s'en mêlât.

Page 82, ligne 10. Ils sont ; — *lisez* : elles sont.

Page 82, lignes 12, 13. De roches de corne verte.... disséminées.... ramassées ; *lisez* : roche de corne verte... disséminée.... ramassée.

Page 86, ligne 9. Destine appliquer ; — *lisez* : veut appliquer.

Page 89, ligne 7. A Bagnères par les particuliers ; — *effacez* par les particuliers.